BOTAN

VITTORIO GUIZZARDI

PER I LICEI CLASSICI E SCIENTIFICI

L. CAPPELLI · EDITORE · BOLOGNA

COL BVON VOLER S'AITA

COL BVON VOLER S'AITA

BIBLIOTECA SCOLASTICA
CAPPELLI

BIBLIOTECA SCOLASTICA CAPPELLI

NELLA BIBLIOTECA SCOLASTICA CAPPELLI SONO RIUNITE OPERE CHE SI INFORMANO ALLA RIFORMA SCOLASTICA, E CHE SI ATTENGONO SCRUPOLOSAMENTE NELLA FORMA E NELLA SOSTANZA AI VIGENTI PROGRAMMI SCOLASTICI.

I TESTI RISPONDONO TUTTI ALLE NECESSITÀ DELL'INSEGNAMENTO; TUTTI, QUINDI, POSSONO ESSERE UTILMENTE ADOTTATI; SONO DI CIÒ GARANZIA I NOMI DEI CHIARI E VALOROSI DOCENTI CHE LI HANNO REDATTI.

SEGNALIAMO ANCORA LA CORRETTEZZA E LA NITIDEZZA DELLE EDIZIONI E LA MODICITÀ DEI PREZZI.

VITTORIO GUIZZARDI
DEL R. LICEO «GALVANI» DI BOLOGNA

BOTANICA

AD USO DEI LICEI CLASSICI E SCIENTIFICI

LICINIO CAPPELLI EDITORE
BOLOGNA

PROPRIETÀ LETTERARIA

Le copie non munite della firma dell' Autore s' intendono contraffatte

Rocca S. Casciano - Officine Grafiche Licinio Cappelli

INTRODUZIONE

IL REGNO VEGETALE

Oggetto e scopo della Botanica. — La Botanica è la scienza che studia le piante. Chi di noi nelle passeggiate in campagna, sui monti, nelle valli non si è chinato a raccogliere un fiore, non ne ha ammirato la bellezza, non si è chiesto che nome aveva, ossia a quale specie apparteneva? Questo amore per la natura, questo istintivo bisogno di conoscere è il germe da cui può nascere una attitudine particolare, se venga opportunamente coltivata; i primi botanici infatti non furono che raccoglitori, descrittori, e compilatori di erbari. Per essere coltivato, questo germe ha bisogno di una guida e di un maestro; i primi passi nella via della scienza sono i più difficili, e allorchè la nostra naturale curiosità non viene subito soddisfatta può subentrare facilmente o la sfiducia o l'indifferenza; ma quando, superate le prime difficoltà, si comincia ad entrare nei segreti della natura, a comprenderne l'armonia e la bellezza, a scoprire i larghi infiniti orizzonti aperti alla mente umana, una nuova ricchezza viene ad alimentare il nostro spirito e ci spieghiamo allora come vi sia chi a questa ricchezza non voglia più rinunciare e vi dedichi tutta la vita, al fine di tenere viva nel suo spirito la fiamma che l'alimenta.

Per conoscere le piante occorre descriverne i caratteri; ma per descriverne i caratteri occorre famigliarizzarsi con tutta una terminologia speciale fondata sulla elementare conoscenza degli organi che formano una pianta.

Questa terminologia, anche contenuta nei limiti strettamente necessari, costerà un po' di fatica. Ma si sa che nulla si ottiene senza sacrificio. Ad ogni modo, poichè la semplice descrizione delle parti che compongono una pianta considerata come fine a se stessa rischia di diventare un arido e noioso elenco di dati e di fatti, noi seguendo i moderni indirizzi della scienza cercheremo di risalire dai fatti alle cause e alla interpretazione di essi, di intendere l'organo in rapporto alla sua funzione, di considerare la pianta quale essa è realmente, cioè un essere *dotato di vita,* di considerarla in se stessa e in relazione con gli altri esseri viventi e con l'ambiente in cui essa vive: faremo in altri termini

della *biologia*. E allora un'infinità di problemi si affacceranno alla nostra mente: problemi che non solo interessano teoricamente, ma anche praticamente.

Ed ecco perchè la Botanica, come tutte le altre scienze della Natura, si divide e suddivide in molti rami a ciascuno dei quali si rivolgono i diversi cultori, poichè non è possibile che un uomo solo si dedichi a tutti con eguale attività e competenza. Così vi è la *Botanica sistematica* che è rivolta alla conoscenza delle diverse specie di piante e al loro ordinamento nella classificazione; vi è l'*Anatomia e la Istologia* vegetale che si occupa della struttura interna dei vegetali, della loro architettura più minuta; la *Fisiologia vegetale* che ne studia le funzioni; l'*Ecologia* botanica che indaga le relazioni intercorrenti fra le piante e l'ambiente; la *Geografia botanica* che si occupa della distribuzione geografica delle piante e dei problemi relativi; vi è infine la *Botanica agraria, farmaceutica, applicata* che mira a scopi pratici; ed altro vi è ancora, che omettiamo per brevità.

Animali e piante. — È sufficiente la nostra osservazione quotidiana per convincerci che la pianta vive, e al pari di un animale compie quelle funzioni che sono proprie ad ogni essere vivente. Infatti dal seme interrato vediamo nascere e svilupparsi una pianticella che a poco a poco cresce, si fa grande, mette foglie e fiori e frutti, purchè ad essa non difetti l'alimento, purchè non le manchi l'aria e la luce, purchè abbia una temperatura conveniente, purchè i parassiti e le malattie non portino insidie alla sua incolumità. Vediamo che la pianta è sensibile alle influenze del clima, e agli stimoli esterni ed interni reagisce opportunamente; vediamo che la pianta si riveste in primavera del suo abito nuziale con una magnificenza di fiori variopinti ed odorosi, e poi matura nel silenzio i suoi frutti e affida al seme la continuità della specie. Al pari di un animale dunque la pianta *vive*, ossia compie le funzioni di *nutrizione, respirazione, assimilazione, ricambio materiale, riproduzione*. È più difficile intendere come essa senta e si muova; ma *sensibilità* e *movimento* si hanno pure nelle piante, come meglio sarà chiarito in seguito.

Anche dal punto di vista della struttura una differenza sostanziale non esiste, giacchè la pianta ha una organizzazione fondamentalmente simile a quella degli animali.

Se infatti esaminiamo al microscopio un frammento di foglia, di fusto, di radice ecc., vediamo questo frammento essere formato dalla intima unione di piccolissime *parti costituenti la base anatomica fondamentale dei tessuti componenti l'intero essere vivente e che non sono che una porzione delimitata di protoplasma con caratteri suoi propri,* ossia essere formato da *cellule*. In ogni cellula, sia animale che vegetale, si di-

stingue infatti una *membrana* avvolgente che racchiude una sostanza detta *citoplasma* e un *nucleo*.

Il contenuto della cellula (*citoplasma* e *nucleo*) è detto anche con nome comune *protoplasma* (da *protos*=primo e *plasma*=materia) ed è la base fisica e chimica della vita, la sostanza vivente fondamentale di tutti gli organismi sia vegetali che animali. Parleremo più diffusamente a suo tempo della cellula in particolare; per ora diciamo che queste cellule si riuniscono insieme a formare dei complessi sistemi ai quali si dà il nome di *tessuti*, dall'unione dei quali risultano poi gli *organi* e gli *apparati* componenti l'intero organismo.

Se consideriamo soltanto l'aspetto esterno di una pianta o di un animale, è facile distinguere una quercia, ad es. da un cavallo, e dire che l'una è una pianta e l'altro è un animale; ma se consideriamo piante e animali di organizzazione inferiore, formati da una sola cellula (organismi *unicellulari*), la distinzione riesce tanto difficile da giustificare la unione che fece lo HAECHEL in un unico gruppo di questi esseri viventi; quello dei *Protisti*, essendo incerta la loro assegnazione se al regno vegetale o al regno animale.

Sembrerebbe dunque, da quanto si è detto più sopra, che nè dal punto di vista *fisiologico* nè da quello *morfologico* si potesse stabilire alcuna differenza tra piante e animali. Pure una differenza esiste; non però di natura morfologica nè fisiologica, ma di natura *chimica*. Vedremo meglio in seguito in che cosa consiste questa differenza; ma diciamo fin da ora che mentre gli animali si nutrono di sostanze alimentari che prendono dalle piante e che trovano *già fatte*, le piante *fabbricano da sè* queste sostanze. E ciò è possibile in quanto che le piante posseggono nelle loro cellule una sostanza speciale: la *clorofilla*, che dà ad esse il colore verde, e che consente loro di poter trasformare sostanze minerali, come l'acqua e l'anidride carbonica dell'aria, in sostanze organiche alimentari (amidi, zuccheri, ecc.).

Anche questa differenza però non è assoluta; basta pensare al grande numero di piante *parassite* esistenti, ossia che vivono a spese di altre piante verdi, appunto perchè non posseggono clorofilla, come sono, ad es., molti funghi.

D'altra parte occorre anche notare che le somiglianze nell'esplicazione dei fenomeni vitali non significano *identità*: la pianta conduce infatti un suo proprio genere di vita, che è assai più legato all'ambiente in cui vive di quello di un animale, che ne è in certo qual modo indipendente, sia perchè dotato di mezzi di locomozioni rapidi, sia perchè più pronto a reagire agli stimoli esterni, essendo fornito di un sistema nervoso o di cellule e fibre nervose, che mancano, fino a prova contraria, nelle piante.

La vita della pianta si svolge, per così dire, più torpida e lenta; ma è non meno, anzi forse per questo, più interessante di quella degli animali.

Nelle pagine che seguono tratteremo appunto di tutto quanto si riferisce alla struttura e alla vita delle piante.

BREVI CENNI DI STORIA DELLA BOTANICA

I cultori di storia della scienza affermano che non si può parlare di una scienza della Botanica nell'antichità classica, ma piuttosto di conoscenza delle piante a scopo agricolo e utilitario. Non mancano tuttavia accenni a considerazioni di carattere scientifico. Empedocle di Agrigento, quattro secoli prima dell'èra volgare, paragona il seme delle piante all'uovo degli animali, e cerca di indagarne l'origine e la formazione. Aristotele fa alcune riflessioni sulla sensibilità delle piante. Teofrasto scrisse invece due trattati intorno ai vegetali intercalando qualche osservazione realistica a molte congetture e fantasticherie. Nè i Romani portarono molto avanti le conoscenze botaniche possedute dai Greci. I Romani furono piuttosto agricoltori che scienziati, e Catone il vecchio, Terenzio Varrone e Giulio Columella scrissero libri agricoli mirando soprattutto a considerazioni pratiche relativamente alle piante coltivate. Lo stesso Plinio, ritenuto come il più competente naturalista del tempo, ha idee vaghe ed errate in gran parte sulla struttura delle piante e sulle loro funzioni.

Andrea Cesalpino.

Nel Medio Evo non si ha traccia di studi scientifici; è soltanto col Rinascimento che si manifesta in Italia e altrove un interessamento speciale per la Botanica. Si tratta però di raccolte di piante in *erbari* di cui alcuni si conservano ancora, come quello di Ulisse Aldrovandi di Bologna (1522-1605) che contiene i resti di 5000 piante.

La compilazione di questi erbari dette modo ai cultori della Botanica di scambiarsi fra loro esemplari diversi e di estendere così le loro cognizioni. Furono istituiti anche degli *Orti botanici,* i quali in origine non erano che vivai di piante medicinali (dette *i semplici*; da cui il nome di *Hortus Simplicium*); e solo in seguito questi istituti divennero sede di insegnamento della Botanica. Sorsero così gli Orti botanici di Padova, e poi di Pisa, di Bologna ed altri, nei quali si custodivano gli erbari e la biblioteca e si coltivavano piante allo scopo di poterle meglio studiare. Questo studio era limitato però più che altro alla descrizione minuta e analitica dei vegetali e a un tentativo di ordinamento e di classificazione che, per la mancanza di nozioni adeguate e per l'arbitrio dei classificatori, era molto confuso. Ma a por fine a questo stato di cose e ad iniziare un'era nuova nella scienza dei vegetali fu un italiano: Andrea Cesalpino (1519-1603). La gloria del Cesalpino è legata alla scoperta dell'esistenza della circolazione polmonare negli animali, avendo egli affer-

mato che il sangue giunge nei polmoni dal cuore e viene a contatto con l'aria che arriva all'estremità dei bronchi (scoperta fatta quindi mezzo secolo prima di quella dell'Harvey); ma soprattutto è legata alle idee da lui esposte nel volume *De Plantis libri XVI* (Firenze, 1583), riguardanti la vita delle piante e i fenomeni fisiologici della nutrizione che si svolgono in esse, come l'assorbimento degli alimenti per mezzo delle radici e la circolazione della linfa, avendo egli di questi fenomeni data una spiegazione fondata sulle leggi fisiche più comunemente note e non su congetture e fantasticherie. Inoltre, primo, tentò una classificazione delle piante basata sulle diverse qualità dei semi; ma ebbe idee errate sulla formazione dei frutti e sulla riproduzione delle piante, perchè non riuscì a liberarsi del tutto dai preconcetti della filosofia scolastica, e fu, più che osservatore e sperimentatore, filosofo della natura.

Pertanto un nuovo potente mezzo di ricerca fu in seguito scoperto: il *microscopio*; e l'attenzione degli studiosi fu allora rivolta all'esame minuzioso degli organi e dei tessuti delle piante. Anche in questo campo ebbe modo di rifulgere il genio italico. MARCELLO MALPIGHI (1628-1704) può dirsi il creatore dell'*anatomia* e della *istologia vegetale*. Delle sue opere e della sua vita daremo un cenno più avanti. Dopo di lui occupa un posto preminente nella storia della Botanica lo svedese LINNEO (1707-1778), il fondatore della *nomenclatura binomia* e della classificazione basata sulla *sessualità* delle piante, la cui applicazione riuscì assai comoda per orientarsi nel dedalo delle nozioni acquisite fino allora e accumulate senza ordine.

Ma è solo col Lamarck e col Darwin che la storia della Botanica entra in una nuova fase che è quella che dà l'indirizzo generale agli studi moderni. Al concetto della *fissità della specie*, sostenuta da Linneo, subentra quello della sua *variabilità*; alla classificazione *artificiale* di Linneo subentra quella *naturale* di Darwin; mentre Lamarck, introducendo nella sistematica il criterio dell'uso delle *chiavi dicotomiche*, facilita di molto la ricerca e la determinazione delle specie vegetali. L'interesse suscitato dalla teoria dell'evoluzione sostenuta dal Darwin diede nuovo e possente impulso allo studio delle scienze naturali; nuovi problemi sorsero, nuove ricerche, nuovi indirizzi, e l'ultimo cinquantennio del secolo scorso e i primi del novecento risentono di questo fervore e di questa ansia di ricerca. Altre teorie sussidiarie sorgono, si indaga più profondamente, si esperimenta, si scoprono nuovi fatti; l'*amabile scienza*, come fu definita la Botanica, affronta così i problemi più ardui e generali e porta il suo contributo prezioso allo sviluppo del pensiero scientifico e al benessere dell'umanità.

PARTE PRIMA

IL CORPO DELLE PIANTE

Cormo e tallo. – Si distinguono nel Regno vegetale due tipi di organizzazione delle piante: quello corrispondente al differenziamento del corpo vegetativo in *radice*, *fusto* e *foglie*, e che è detto *cormo* (*Cormofite*) e quello in cui non si ha tale differenziamento e che è detto *tallo* (*Tallofite*).

Le Cormofite sono le piante più comunemente note. Tutti conoscono, ad es., infatti, gli alberi da frutta, le rose, la vite, il frumento, ecc. Il corpo vegetativo di queste piante è formato di un membro che si approfonda nel suolo (*radice*), di un altro che di solito si dirige verso l'alto (*fusto*) e che porta foglie, fiori e frutti (fig. 1). Queste diverse parti della pianta non solo hanno una diversa conformazione esterna, ma differiscono anche per la loro interna struttura e per le diverse funzioni che ciascuna di esse è chiamata a compiere.

Fig 1 - Margherita (*Leucanthemum vulg.*).

Fig. 2 - *Amanita muscaria L.*

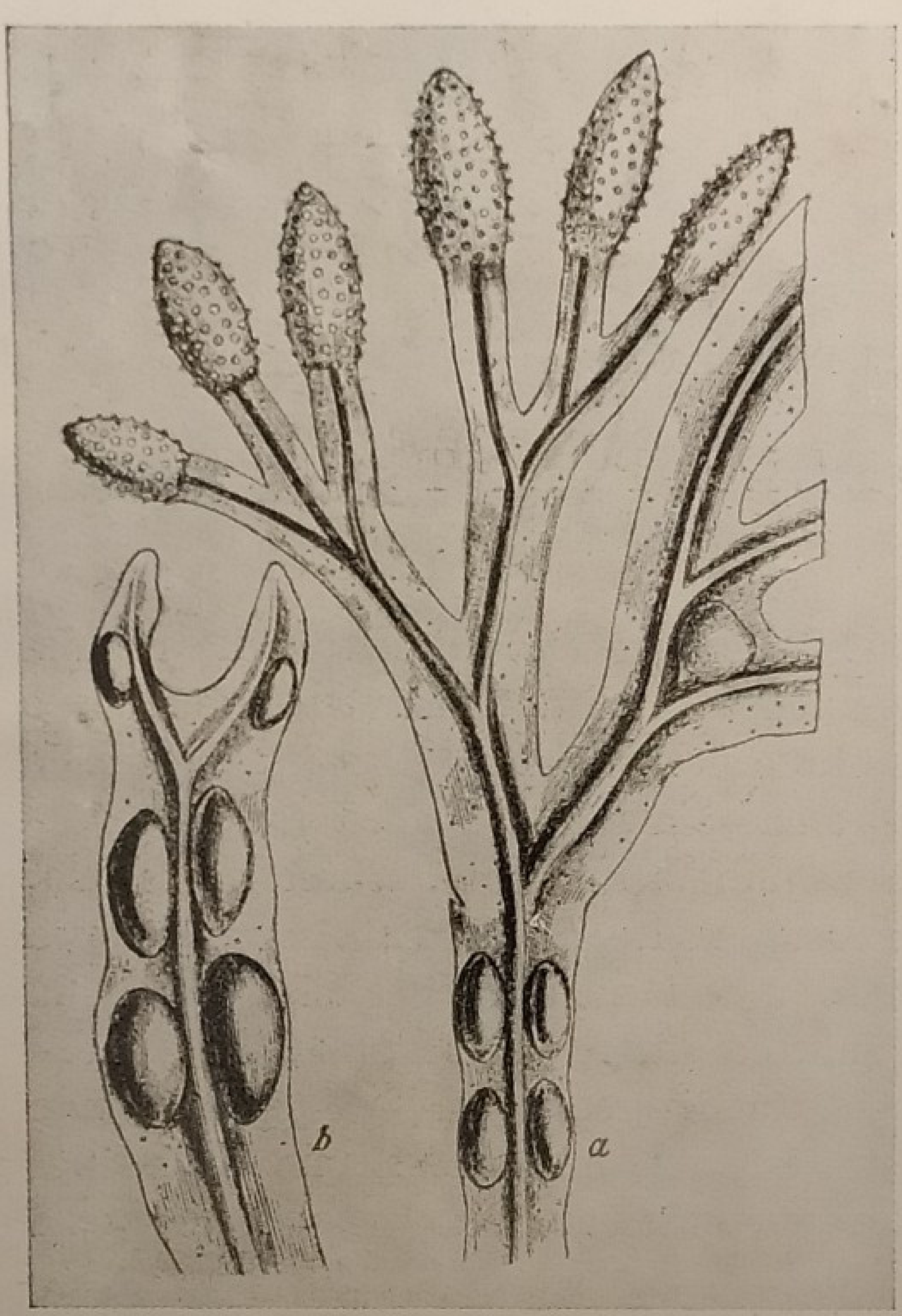


Fig. 3 - La quercia marina (*Fucus vesciculosus*).
a) estremità del tallo con sporangi - *b*) estremità sterile del tallo.

Invece se esaminiamo, ad es., un Fungo (fig. 2), un'Alga (fig. 3), un Lichene (fig. 4), invano cercheremmo in queste piante parti corrispondenti a una radice, a un fusto, alle foglie. Il loro corpo vegetativo è formato da tessuti omogenei, anche se estremamente differenziati in parti somiglianti a una radice, a un fusto, alle foglie, come si osserva in certe Alghe (fig. 5). Il tallo può essere filiforme, o ramoso, o laminare. In generale alle Tallofite appartengono le piante inferiori, cioè di più semplice organizzazione, mentre alle Cormofite appartengono le piante superiori, ad organizzazione più elevata.

Vi sono piante, però, come i Muschi (fig. 6), che segnano un passaggio fra le Tallofite e le Cormofite, sia per la natura del fusto e delle foglie, sia per la mancanza di vere radici. A queste piante si dà il nome di *Briofite*. Cominciamo col farci un'idea della struttura generale di una pianta cormofita e dei membri che la compongono.

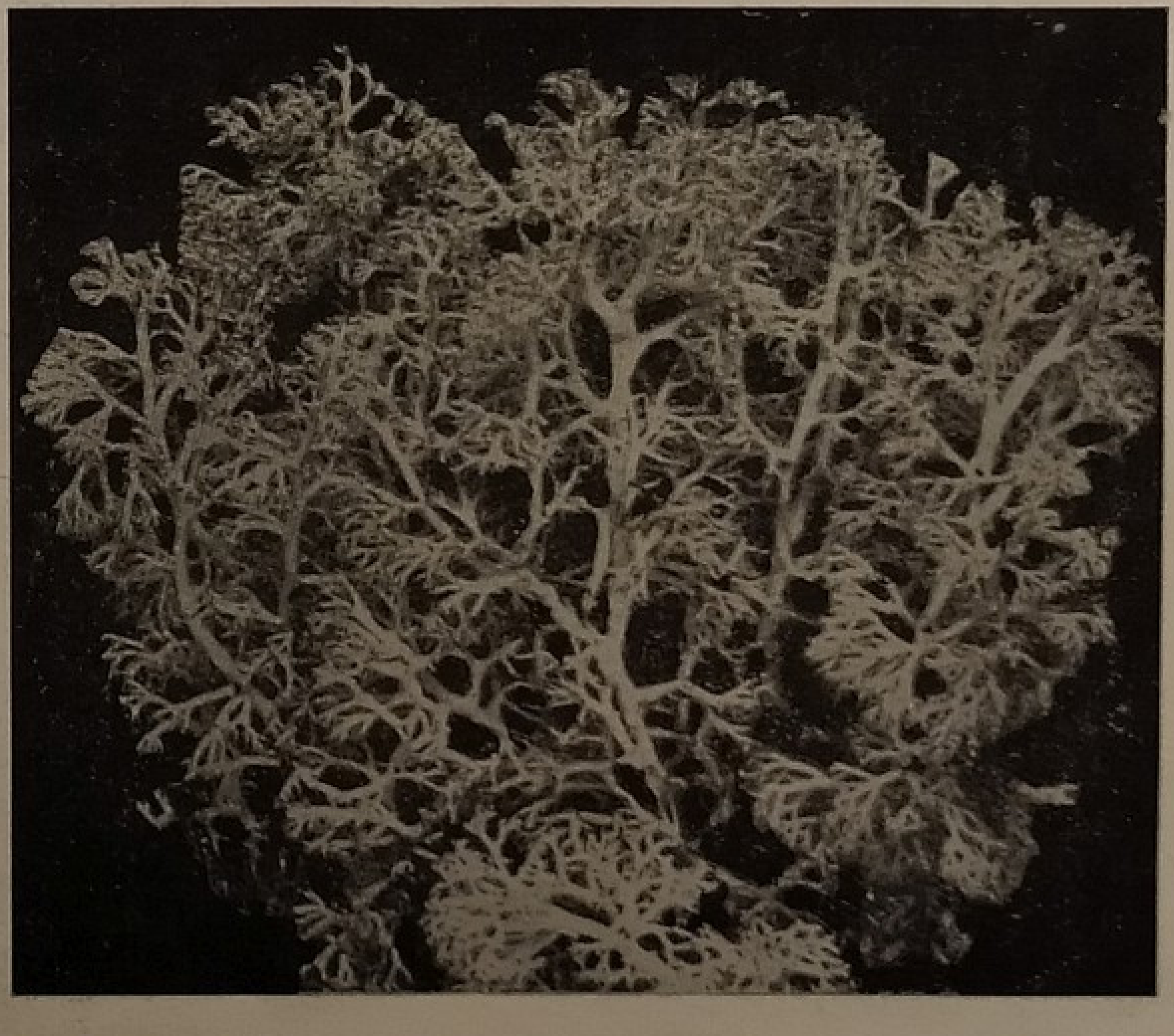


Fig. 4 - Lichene delle renne (*Cladonia rangiferina*).

ORGANIZZAZIONE DI UNA PIANTA CORMOFITA

LA RADICE

La **radice** *è quella parte della pianta che si sviluppa generalmente alla base del fusto, verso il basso, e sta*

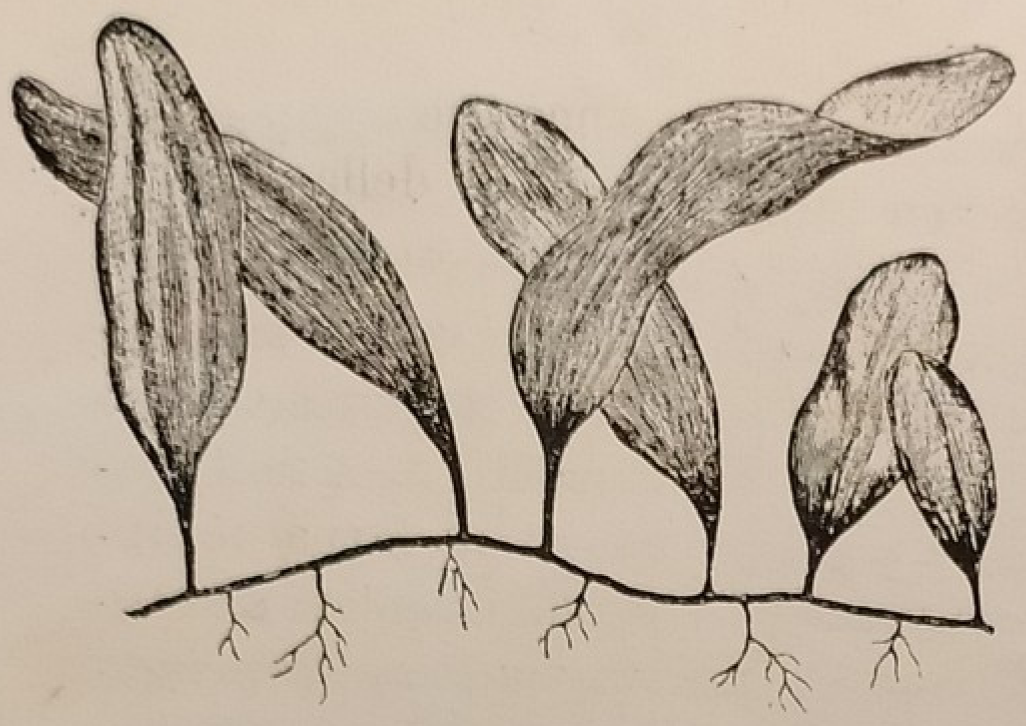


Fig. 5 - *Caulerpa prolifera.*

Fig. 6 - Muschio (*Mnium undulatum*).

a) pianta intera - *b*) una foglia - *c, d, e*) urne - *f*) spore.

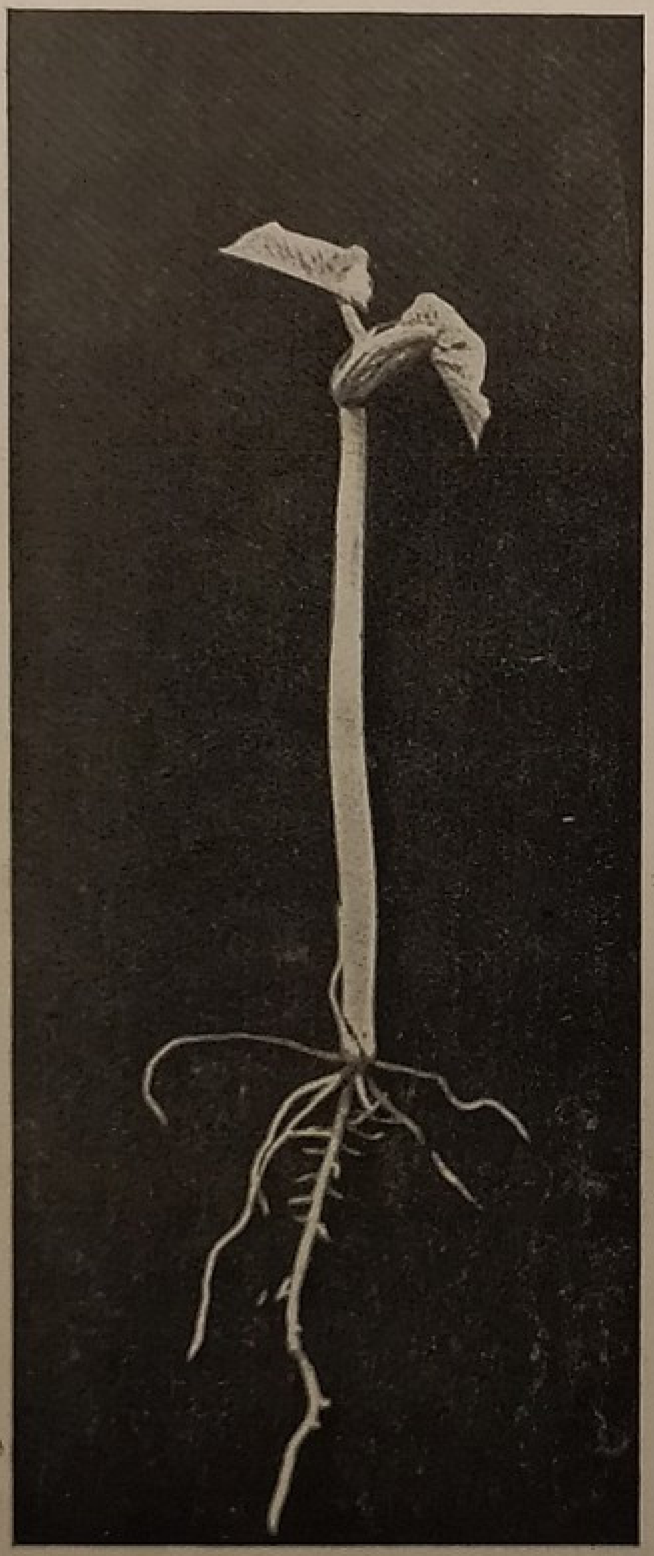
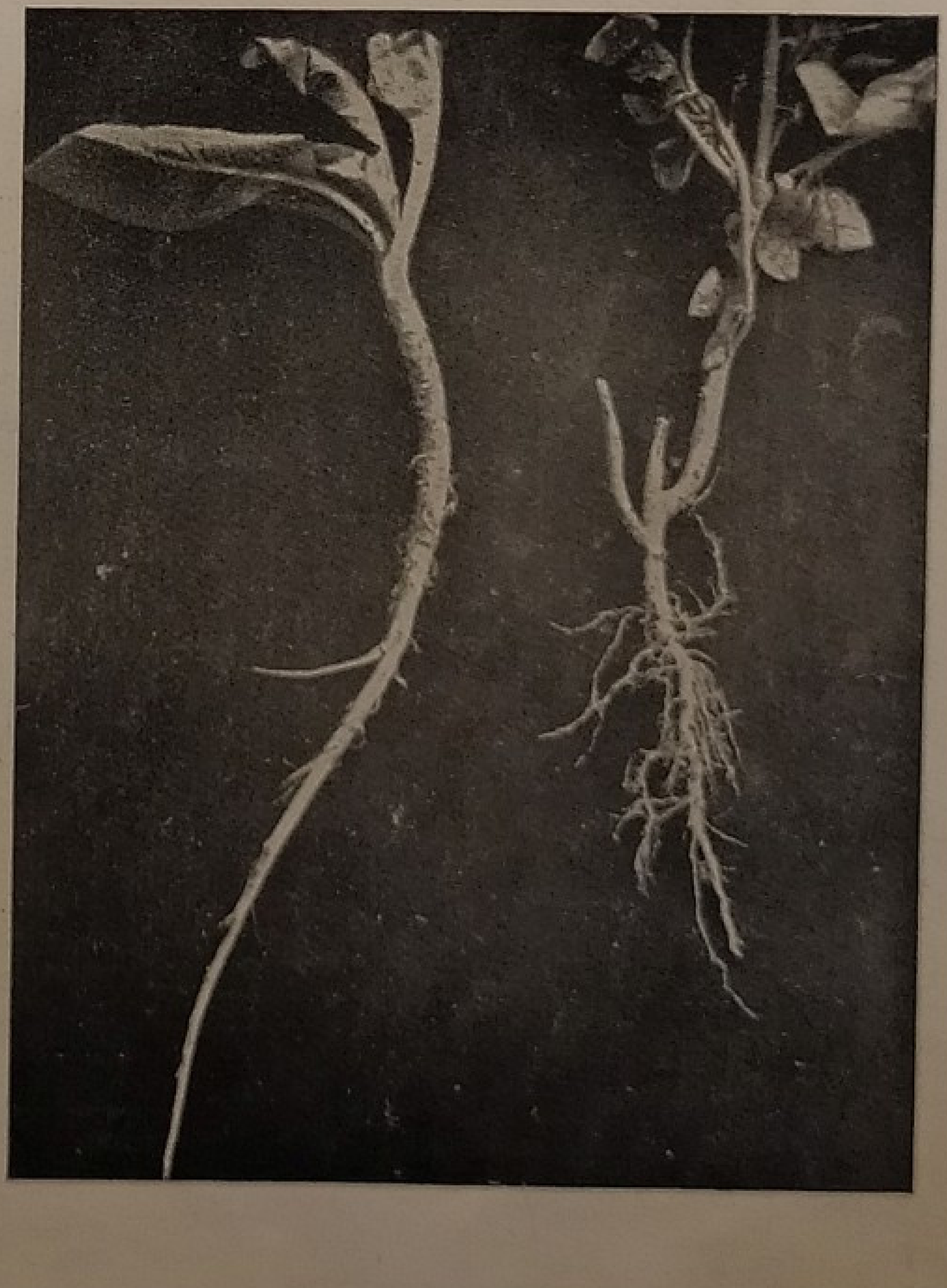


Fig. 8 - Piantina di Fagiolo. Il fusticino porta in basso le radici, in alto le due prime foglioline verdi e i cotiledoni già esauriti del loro contenuto (*fot. orig.*).

Fig. 7 - Radici semplici e ramificate →
(*fot. originale*).



infissa nel terreno. Essa ha la funzione non soltanto di ancorare saldamente la pianta al terreno, ma anche di cooperare alla nutrizione della pianta assorbendo dal terreno l'acqua con i sali minerali che questa tiene disciolti. Essa non porta nè gemme nè appendici fogliari e si distingue in *radice principale* (quella che deriva direttamente dallo sviluppo della radichetta dell'embrione), e in *radici secondarie* che si distaccano dalla principale e a loro volta si ramificano ancora in altre minori (fig. 7).

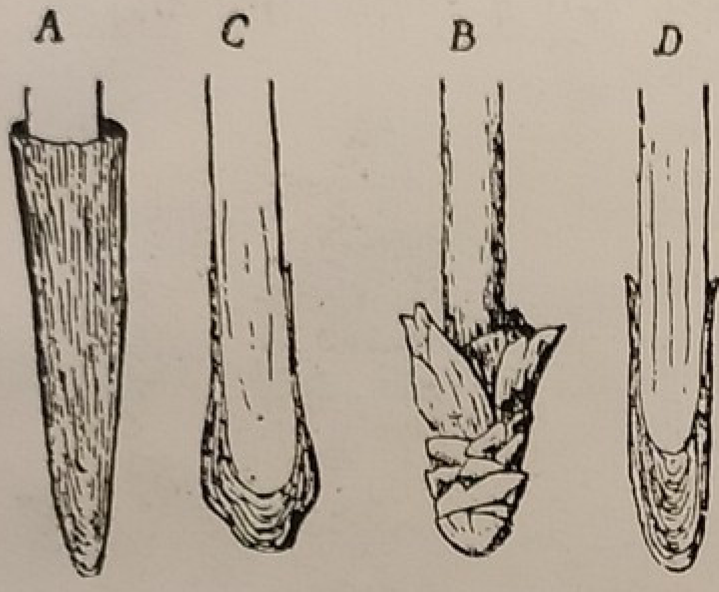


Fig. 9 – Cuffie radicali
A, *B*) viste dall'esterno - *C* e *D*) viste in sezione.

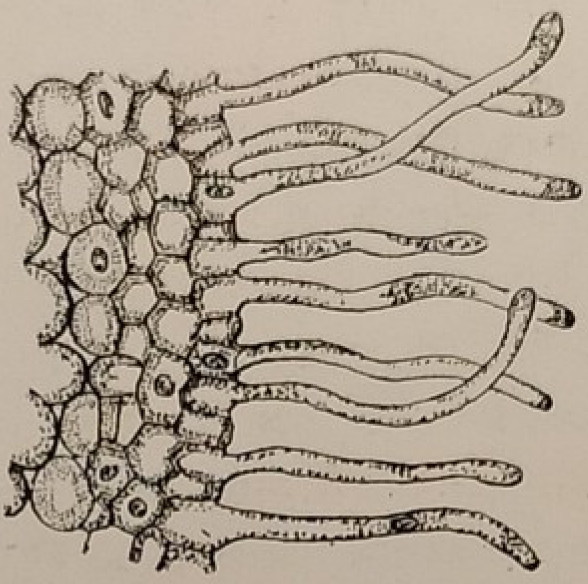


Fig 10 – Epidermide di radice con i peli assorbenti vista al microscopio.

Se noi mettiamo infatti a germogliare un seme di una pianta (fig. 8) in terreno umido, ben presto l'embrione contenuto nel seme si sviluppa e la pianticella affonda la sua radichetta sempre più verso il basso nel suolo, mentre verso l'alto sviluppa il fusticino, all'apice del quale poi si formano le prime foglie verdi. La radice nella sua parte apicale porta uno speciale involucro detto *pileoriza* o *cuffia* (fig. 9) che serve a proteggere l'apice stesso della radice, il quale, a contatto delle asperità del terreno, facilmente potrebbe rompersi e lacerarsi. Poco al di sopra della cuffia si notano dei peli sottilissimi ai quali aderiscono tenacemente le particelle del terreno: sono questi i *peli assorbenti* (fig. 10) la cui funzione è appunto quella di assorbire l'acqua dal terreno.

Fig. 11 – Radice a fittone di Carota (*fot. orig.*).

Talvolta la radice principale è molto sviluppata in lunghezza come nella Carota (fig. 11), nella quale si nota anche un ingrossamento dovuto all'accumulo di sostanze nutritizie di riserva (amido principalmente) e dicesi radice a *fittone*; oppure si fa grossa e carnosa e diviene conica (radice *napiforme*; es. Navone, Barbabietola); tale altra a lato della radice principale si sviluppano delle radici *accessorie*, nelle quali pure si accumula sostanza di riserva (*radici tuberose*), come nella Dahlia (*Georgina variabilis*) (fig. 12). A volte ancora la radice principale cessa presto di crescere e si sviluppano

invece le radici secondarie o laterali. Si ha allora la radice *affastellata* come, ad es., nel Frumento (fig. 13).

Radici avventizie. – Tutti sanno che piantando nel terreno umido un ramo di Garofano, ad es., questo mette radice, e si sviluppa una nuova pianta. Si chiamano radici *avventizie* quelle che si sviluppano appunto da parti della pianta come dal fusto e dalle foglie, in via secondaria. Così l'Edera forma lungo il fusto radici avventizie (radici a *spazzola* o *fulcranti*, che servono alla pianta per arrampicarsi); foglie di Begonia messe su terra umida sviluppano radici avventizie.

Fig. 12 - Radici tuberose di Dahlia.

Radici acquatiche ed aeree. – Non sempre le radici stanno infisse nel terreno; ve ne sono alcune che vivono nell'acqua, altre nell'aria. Le radici delle piante acquatiche possono non avere la pileoriza come, ad es., nella Lente d'acqua (*Lemna*), una pianticella verde che galleggia in quantità sulle nostre acque palustri. L'estremità della radice è, in tal caso, protetta da una specie di cappuccio, ma questo non si origina dalla radice come nella vera pileoriza, bensì proviene da un involucro che circonda la radice al suo nascere. Manca per lo più nelle radici acquatiche la zona pilifera, poichè l'assorbimento viene fatto dalle altre parti della pianta immersa nell' acqua (fusto, foglie, ecc.); a meno che la pianta non stia con la sua radice infissa nel fondo, nel qual caso si sviluppano qualche volta peli assorbenti, specie se l'acqua viene a mancare (*Carice*).

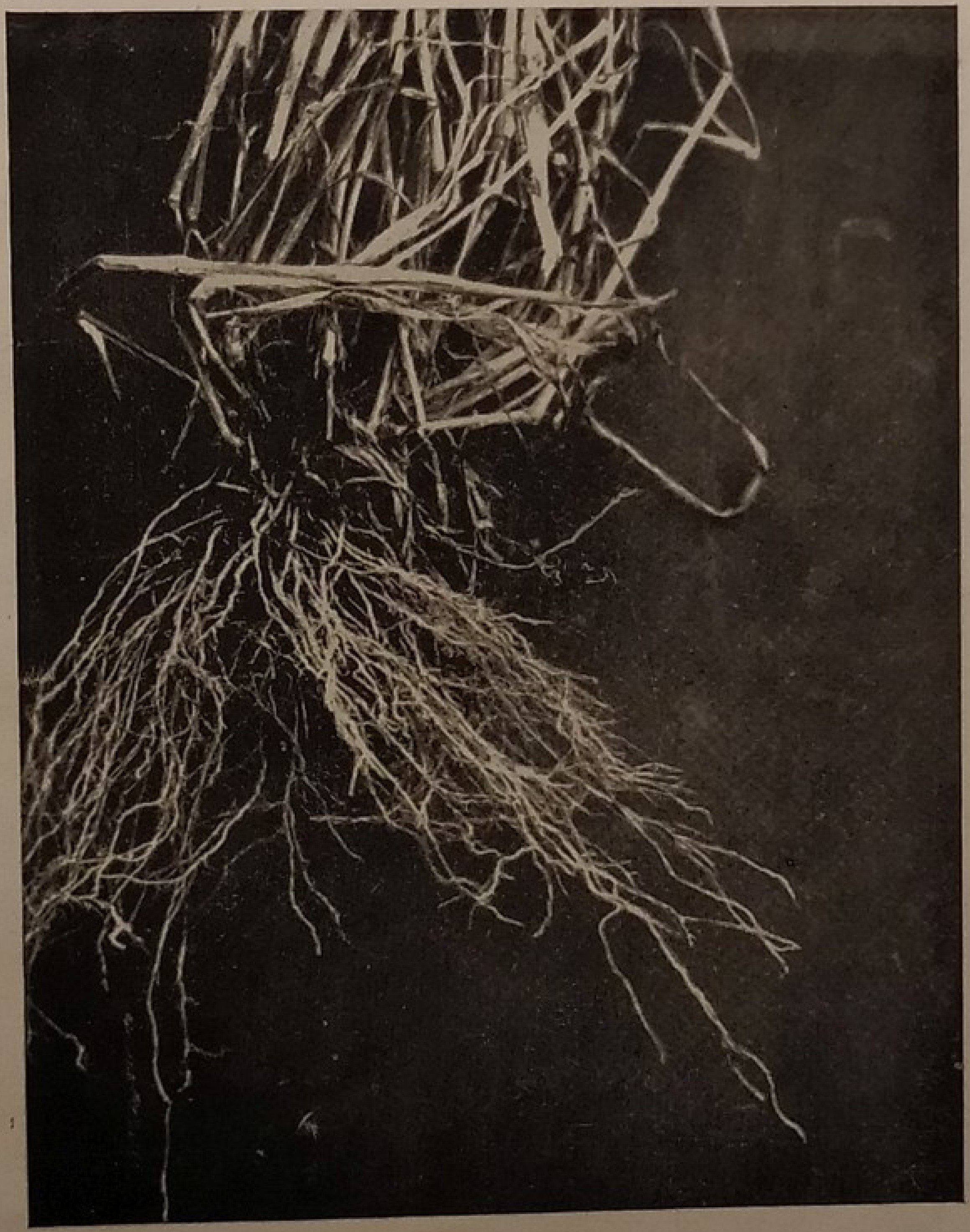


Fig. 13 - Radice affastellata di Graminacea (*fot. orig.*).

Radici *aeree* troviamo nelle piante *epifite* (Orchidee delle foreste tropicali, come la Vainiglia) vegetanti cioè sui tronchi degli alberi senza esserne parassite. Funzionano quali vere e proprie radici destinate alla nutrizione.

Le radici delle Orchidee

Fig. 14 – Radici parietiformi atte a sorreggere il fusto principale di un *Canarium*.

sono rivestite di un involucro spugnoso, detto *velo*, che assorbe l'acqua dall'atmosfera o dalla pioggia che scivola lungo i tronchi e porta sciolti sali e sostanze nutritizie. Esse pendono liberamente nell'aria.

Altre radici aeree sono quelle *colonnari* e *fulcranti* delle Mangrovie o di alcune specie di *Ficus*. Es. Fico delle Pagode (*Ficus religiosa*). Queste radici dai rami giungono al suolo, vi si fissano e formano così nuovi sostegni alla pianta. Nel Fico della gomma elastica (*Ficus elastica*) le radici avventizie raggiun-

Fig. 15 – Radici visibili sopra terra a sostegno del tronco principale di un *Ficus*.

gendo il terreno assumono forma di potenti tronchi. Se le radici nascono dalla porzione del fusto eretto primario e hanno forma tabulare si dicono *parietiformi* (figg. 14, 15).

IL FUSTO

Il **fusto** *è quella parte della pianta che si sviluppa generalmente sopra terra in direzione contraria a quella della radice, porta le foglie, i fiori ed i frutti, stabilisce l'unione delle foglie con le radici e serve al trasporto dei succhi nutritizi.* Infatti l'acqua assorbita dalle radici sale fino alle foglie lungo il tronco (*linfa ascendente*); e le sostanze nutritizie, fabbricate nelle foglie, scendono, sempre lungo il tronco (*linfa discendente*), per andare a distribuirsi alle diverse parti della pianta.

Fig. 16 – 1) Gemme di Castagno
c) squame (pèrule) - d) cicatrice di attacco di una foglia.
2) Gemme fiorifere e fogliari di Pero
c) gemma fiorif. - d) gemma fogliare.

Esso può essere semplice o ramificato; e sia il fusto (o *asse*) principale che i rami (o *assi secondari*, *terziari*, ecc.) tutti terminano all'apice con una gemma (*gemma apicale*), la quale, sviluppandosi, produce l'allungamento del *germoglio*. Si intende col nome di *germoglio* l'insieme del fusto e delle sue foglie, sia esso riferito all'asse principale o soltanto ai rami con le loro foglie.

Ogni *gemma* (fig. 16) consta di un *apice vegetativo* formato di tessuto giovane e attivo (*meristematico*) e dagli abbozzi delle foglie appena sviluppate e serrate le une contro le altre; il tutto protetto da foglie speciali o *squame* resistenti, cementate spesso da gomme o resine, se le gemme sono destinate a passare l'inverno (gemme *ibernanti*).

All'ascella degli abbozzi delle foglie stanno delle piccole protuberanze, che sono gli apici di nuovi germogli. Quando la gemma si sviluppa, le squame (*perule*) cadono e il fusto si allunga e le foglie si espandono; ma, poichè queste sono inserite nei punti chiamati *nodi*, fra nodo e nodo rimane un tratto di fusto nudo detto *internodo* e che è poi il tratto del fusto nel quale si verifica più rapido l'allungamento. Intanto le protuberanze suddette formano nuove gemme (*gemme laterali* od *ascellari* perchè si formano all'ascella delle

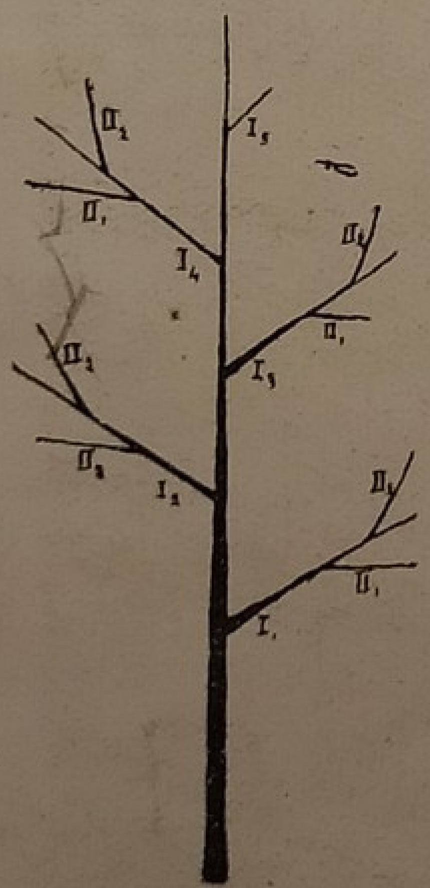


Fig 17 - Schema di ramificazione monopodiale.

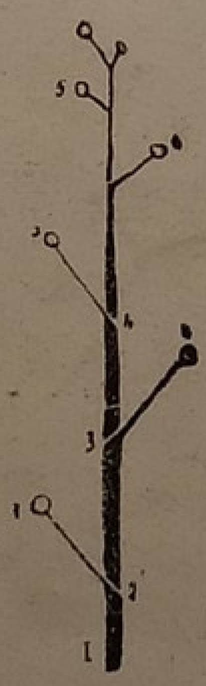


Fig. 18. Schema di ramificazione simpodiale.

foglie) che daranno origine a nuovi germogli, mentre una nuova gemma apicale si riforma pure all'apice quando il fusto ha cessato di crescere; essa si svilupperà nella primavera successiva. A seconda che i nuovi germogli producono rami e foglie, o rami e fiori, si distinguono in *gemme foglifere* e *gemme fiorifere*. Inoltre si hanno anche *gemme miste*, che producono prima foglie, poi fiori (es. Ippocastano, Vite). Si hanno anche *gemme avventizie* che si sviluppano irregolarmente (es. Begonia).

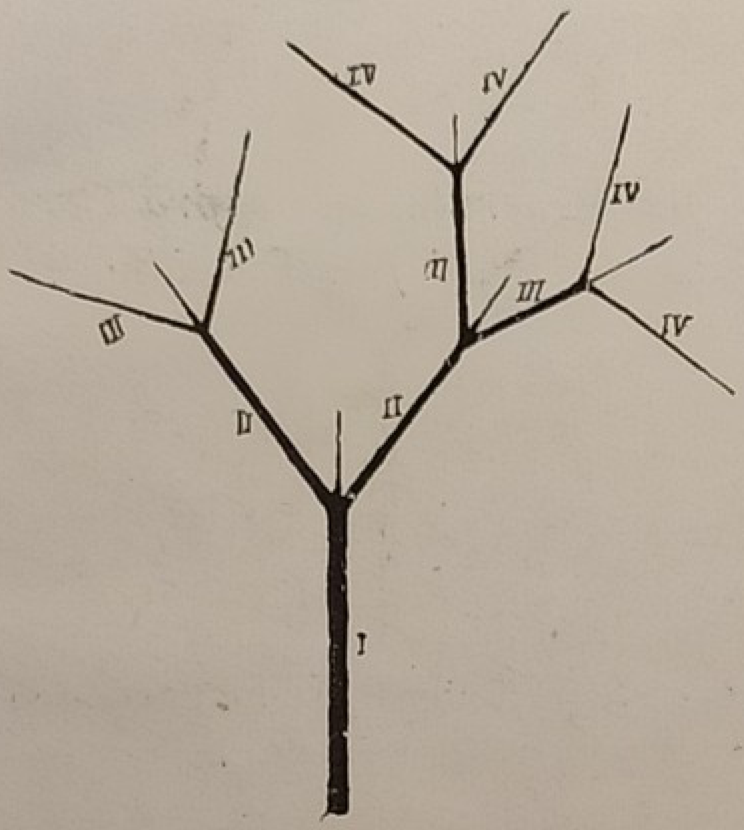


Fig. 19 – Schema di falsa dicotomia.

La ramificazione del fusto. – I rami che nascono dalle gemme ascellari occupano sul fusto la stessa posizione prima occupata dalle foglie e quindi seguono in genere lo stesso ordinamento di queste sul ramo; e perciò possono essere *opposti* (uno da una parte e uno dall' altra di uno stesso nodo); *verticillati* (a tre o più sullo stesso nodo); *alterni* se uno da una parte e uno dall' altra alternativamente su nodi differenti.

Si distinguono però due tipi di ramificazione: la *monopodica* e la *simpodica*. Nella ramificazione *monopodica* l'asse principale cresce più dei suoi rami che si sviluppano lateralmente (fig. 17) e questi rami di primo ordine crescono più dei rami di secondo ordine e così via. Esempio di questo genere di ramificazione è l'Abete e altre Conifere, a sagoma piramidale.

La *ramificazione simpodica* (fig. 18) si ha quando l'asse principale cessa di crescere o cresce meno dei suoi rami laterali. Un tipo di simpodio caratteristico si ha quando la gemma terminale del fusto principale si atrofizza e si sviluppa invece una gemma laterale; ma questa forma un ramo che segue la direzione del fusto principale e così di seguito alternativamente, in modo da originare un fusto

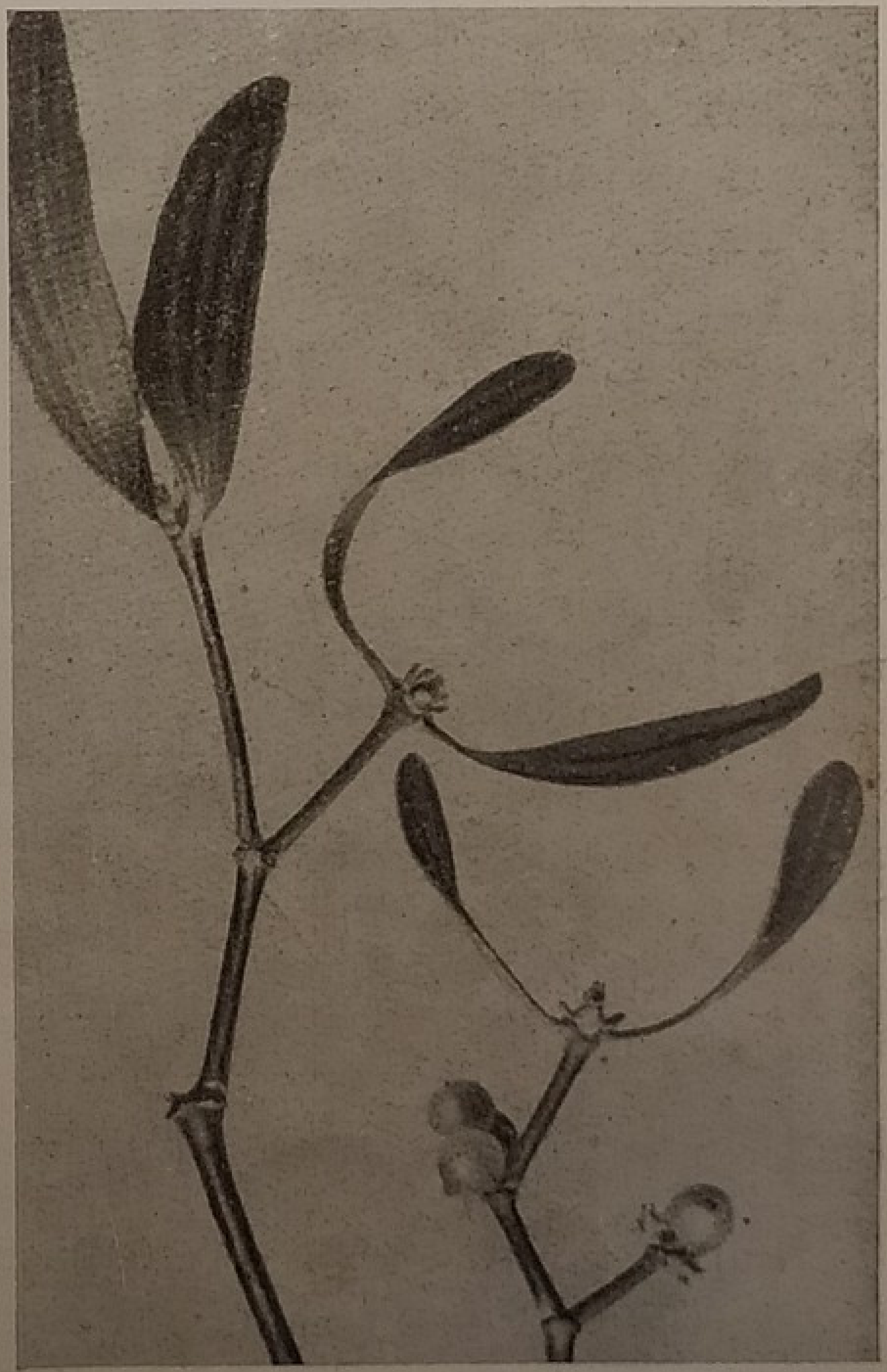


Fig. 20 – Il vischio.

che procede sempre nella medesima direzione, simulando un monopodio (*falso monopodio*) (es. Tiglio, Olmo). Oltre al falso monopodio vi è la *falsa dicotomia*, che si ha quando la gemma terminale si atrofizza e si sviluppano le due gemme laterali opposte, come, ad es., avviene nel Lillà (*Syringa vulgaris*) e nel Vischio (figg. 19, 20). La *vera* dicotomia si ha quando è l'apice vegetativo stesso del fusto che si biforca, ma è assai rara nelle piante vascolari, mentre è frequente nelle Alghe e in qualche Muschio (fig. 21).

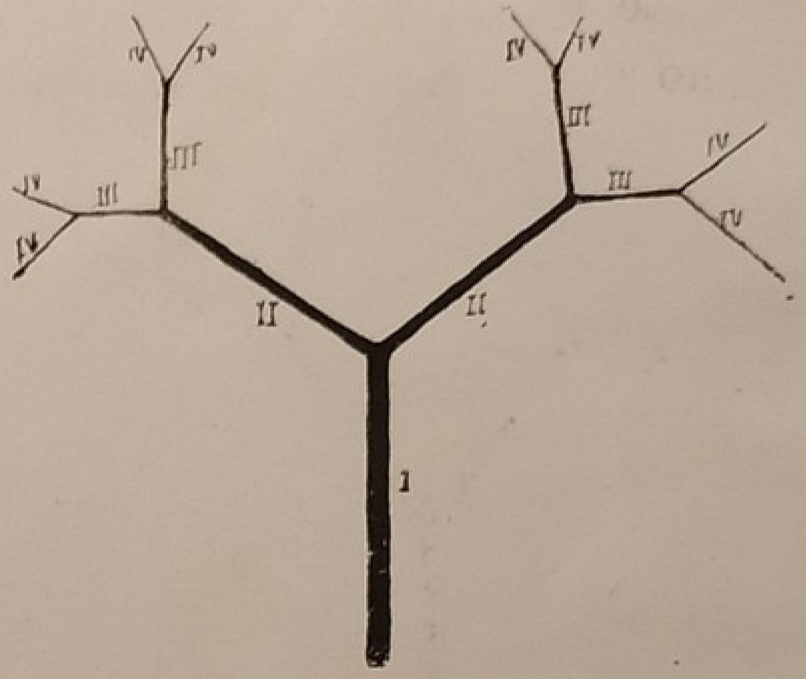


Fig. 21 - Schema di ramificazione dicotomica.

La forma esterna, la consistenza e la durata dei fusti. – Grande varietà si ha nei fusti. Si dice *stelo* un fusto erbaceo più o meno tenero, perchè poco lignificato; esso è proprio delle comuni *erbe*, piante per lo più *annue* o *bienni*, cioè che compiono il loro ciclo vitale in uno o due anni. Un caule alto, nodoso e vuoto di dentro, ma assai robusto nello stesso tempo, come si ha nel Frumento, prende il nome di *culmo*; mentre si dice *scapo* un caule tenero e semplice che porta uno o pochi fiori all'estremità, come nel Tulipano, o nell'Arnica (fig. 22). *Acaule* (senza fusto) si dice di una pianta che abbia il fusto così breve da parerne priva, come si ha nella comune Margheritina.

Fig 22 - Arnica montana.

Nelle piante *perenni* però, cioè che durano in vita parecchi anni, il fusto si fa consistente e si ingrossa e si ramifica più o meno. È *albero* un fusto legnoso (tronco) ramificato soltanto a cominciare da una certa altezza. È *frutice* un fusto legnoso ramificato fin dalla base (es. Rosmarino, Sambuco, Caffè). È *suffrutice* un fusto con la parte basale lignificata e perenne, ma con la parte più elevata erbacea e destinata a morire ogni anno (es. Salvia, Violacciocca).

Vi sono fusti incapaci di sostenersi da sè e che perciò hanno bisogno di un sostegno per appoggiarsi o arrampicarsi. Le piante che si avvolgono intorno ad un sostegno (*piante volubili*) (fig. 23) possono compiere questo loro avvolgimento girando da sinistra a

destra, e in questo caso sono dette *destrorse* (es. Fagiuolo, Vilucchio), o da destra a sinistra, e allora sono dette *sinistrorse* (Luppolo, Caprifoglio).

Le piante rampicanti si attaccano al sostegno mediante *viticci* che possono essere rami trasformati come nella Vite, (fig. 24) o foglie trasformate

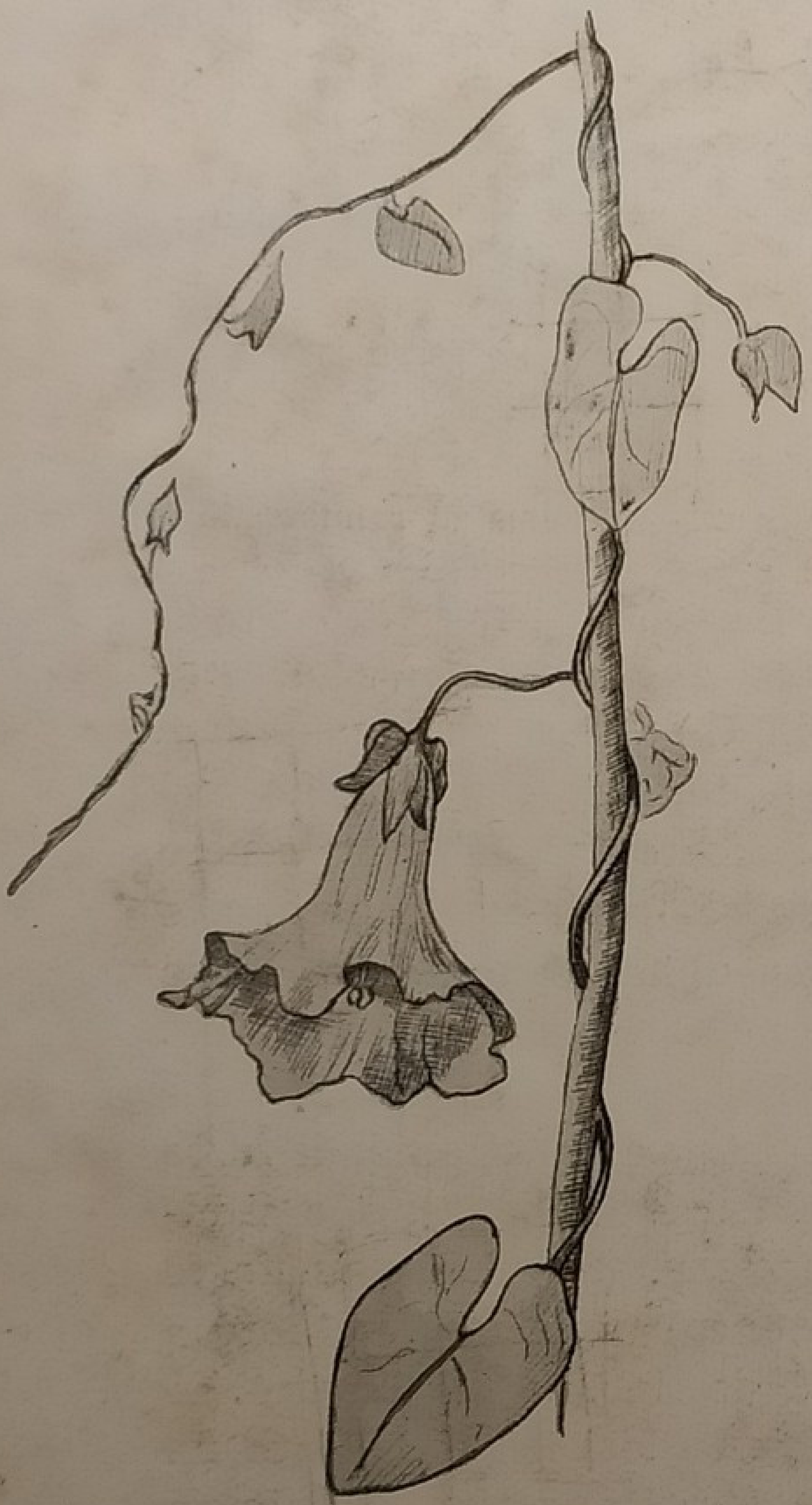


Fig. 23 - Fusto volubile di Convolvolo (*dis. orig.*).

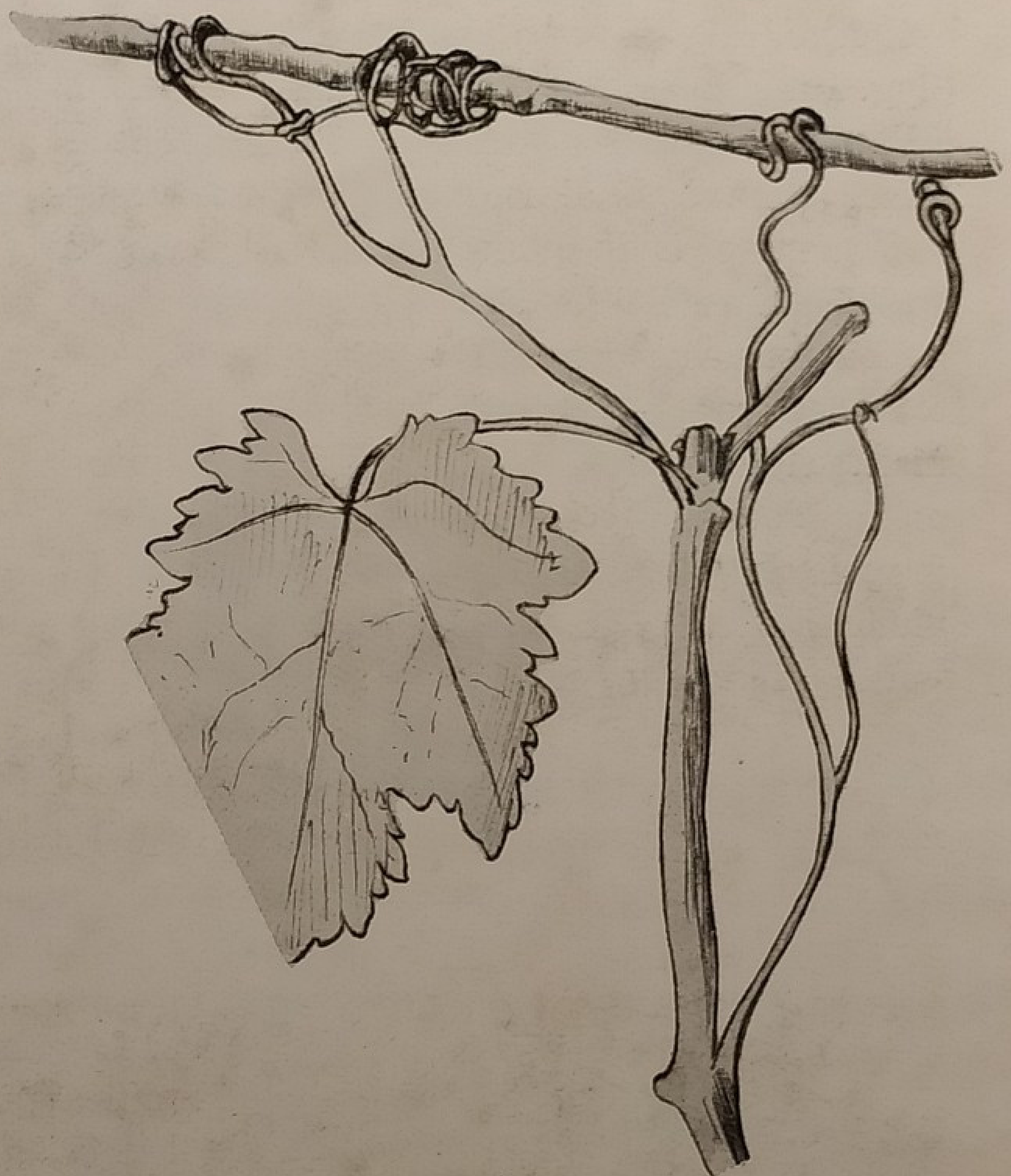


Fig. 24 - Viticci di vite (*dis. orig.*).

come nel Pisello. I viticci della Vite del Canadà, la nota pianta ornamentale che d'autunno colora le foglie di un rosso porpora, terminano con dei dischi adesivi con i quali si attaccano tenacemente al muro e aiutano la pianta ad arrampicarsi. Viticci consimili hanno altre specie di piante rampicanti (fig. 25).

Intorno agli alberi delle foreste tropicali si avvolgono poderose *liane* dal fusto lignificato e lungo fino a 300 e più metri.

I fusti aerei di molte piante dei climi caldi ed umidi tropicali possono raggiungere altezze superiori ai 100 metri. Le Sequoie della California arrivano ai 130 metri con un diametro del tronco alla base da sei a otto fino a quattordici metri. Gli Eucalipti dell'Australia si elevano eccezionalmente a 160 metri (fig. 26).

Fig. 25 - Pianta rampicante con viticci in forma di dischi adesivi simili a quelli della vite del Canadà

(*fot. orig.*).

Fig. 26 - Viale di Eucalipti.

Fig. 27 - Un gigantesco Baobab dell'Africa occidentale.

Fig. 28 - L'Ulivo di Platone.

Anche la grossezza del fusto può raggiungere cifre molto alte: il Baobab del Senegal misura alla sua base una circonferenza di trenta metri (fig. 27).

Le piante perenni possono durare in vita secoli e secoli. Il Pioppo nero fino a 500 anni; il Cipresso, il Baobab, la Sequoia dai 3000 ai 5000 anni.

Molti alberi sono celebri per la loro longevità e poichè ad essi sono legati ricordi storici o vicende memorabili, presso tutti i popoli essi vengono tutelati quali monumenti nazionali e spesso gelosamente custoditi.

Così gli *Ulivi di Getsemani,* presso i quali Gesù si ritirò coi discepoli la sera del tradimento. L'*Ulivo di Platone* (fig. 28) in Grecia ha 2500 anni di vita. I *Cedri del Libano* sono i patriarchi del mondo vegetale, e le *Quercie sacre* della Lituania hanno oltre mille anni di

Fig. 29 - Vecchio tronco di Castagno cavo nell'interno.

vita. I Tigli sono fra gli alberi che più invecchiano. Il celebre *Tiglio di Macugnaga* e quello di *Moruzzo* (Udine), superano i 500 anni. A Caprino Veronese c'è un *Platano* che ha non meno di tre secoli di età. Vi sono Olmi secolari come quelli di *Lando* presso Senigallia, e *Pioppi* dai fusti enormi, fra i quali celebri quelli di *Merano*. A Panna in Mugello esiste un vecchissimo *Castagno* dal tronco cavo (fig. 29). Millenario è il *Cipresso di Somma Lombarda,* ancor vivo e sano come quello di *San Francesco, a Verucchio* (fig. 30); la *Quercia del Parco Giuliani,* in provincia di Verona, è quasi venerata dalla popolazione per la sua vetustà. A Roma è celebre la *Quercia del Tasso,* alla cui ombra spesso si riposò l'infelice poeta; ma ormai essa è ridotta ad un morto moncone. In Sicilia è famoso il *Castagno dei cento cavalli,* così detto da quando la Regina Giovanna d'Aragona, sorpresa da un uragano, vi si riparò con tutto il suo seguito. Il tronco enorme (60 metri di circonferenza alla base) di questo albero aveva una vasta cavità entro la quale potevano entrare di fronte due vetture comodamente. Ora il vecchio tronco è enormemente fessurato e scomposto tanto che ne rimangono solo diversi residui (fig. 31).

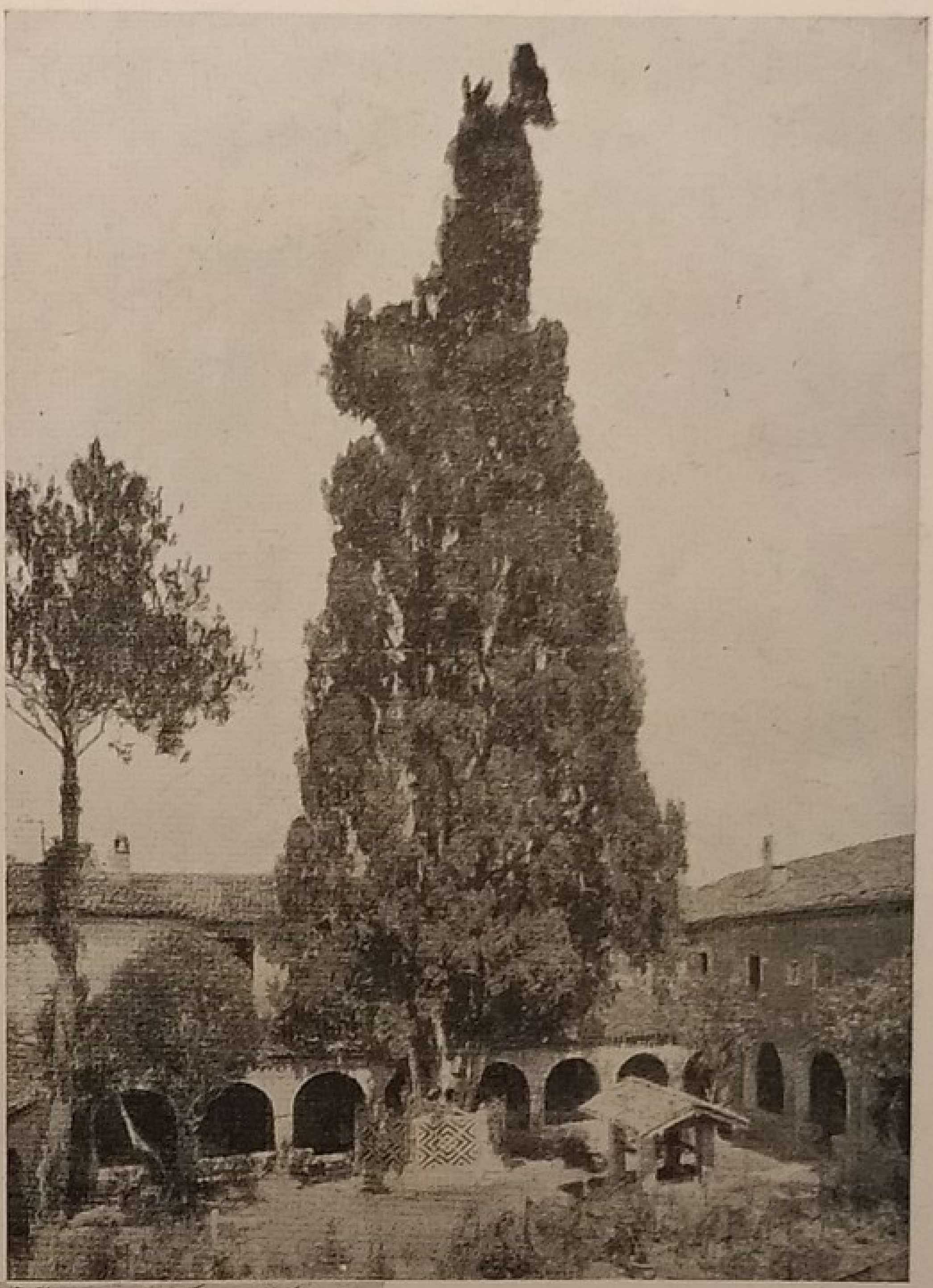


Fig. 30 – Il Cipresso di S. Francesco a Verucchio.

Fig. 31 – Il Castagno dei cento cavalli in Sicilia.

Metamorfosi del fusto. – Il fusto di molte piante va incontro a notevoli trasformazioni, assumendo forme e funzioni diverse da quelle normali.

Notevoli sono soprattutto i fusti *sot-*

Fig. 32 – Patata (*Solanum tuberosum*).
1) ramo con fiori - 2) stoloni e tuberi - 3) bacca.

Fig. 33 – Rizoma di Giaggiolo (*fot. orig.*).

terranei, che possono essere dai profani scambiati per radici; ma queste non portano mai nè gemme nè foglie.

I fusti sotterranei sono di tre specie: *tuberi*, *rizomi*, *bulbi*.

Il TUBERO (fig. 32) (es. la comune Patata), è una parte ingrossata dell'estremità dei varî rami del fusto che crescono sotto terra, ed è ricca internamente di amido. La sua natura di fusto si manifesta chiaramente per il fatto che esso porta gemme (il così detto *occhio* della patata), capaci di svilupparsi in condizioni opportune, dando origine a una nuova pianta. L'amido rappresenta una sostanza di riserva preziosa per la pianta. Infatti in autunno la pianta muore, ma i tuberi passano l'inverno sottoterra e alla primavera seguente germogliano, utilizzando per il primo sviluppo del germoglio la sostanza di riserva accumulata durante il periodo vegetativo dell'anno precedente. Allora il tubero non è più commestibile, perchè si sviluppa in esso la *solanina*, un veleno che fa inverdire il tubero ed è proprio di tutte le piante appartenenti a questa Famiglia, detta appunto delle *Solanacee*.

Fig. 34 – Bulbo di Giglio con radici avventizie.

Il RIZOMA (fig. 33), è un fusto sotterraneo che cresce orizzontalmente, grosso per amido di riserva, e coperto di squame nerastre che gli dànno

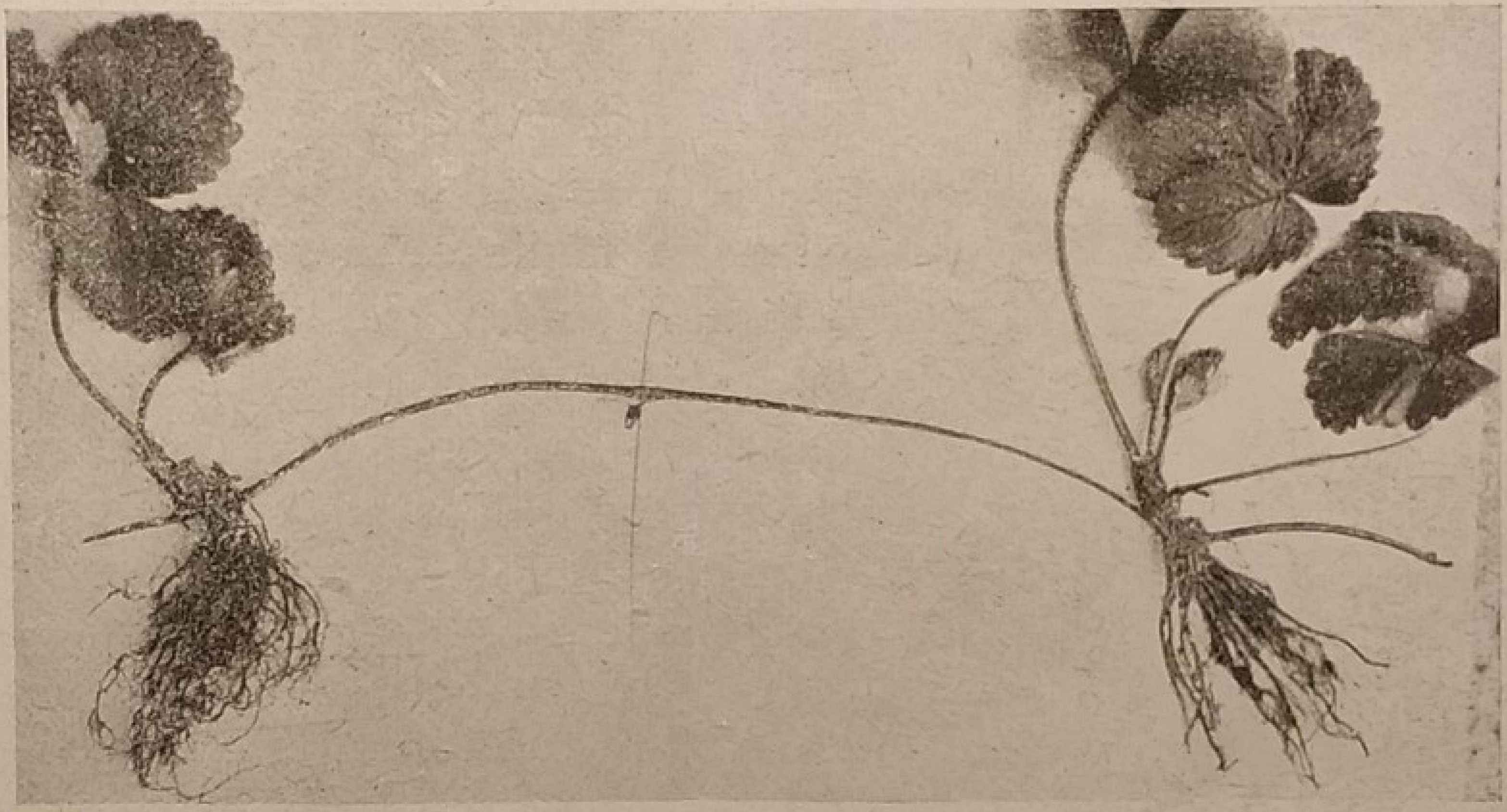


Fig. 35 - Stolone di Fragola.

come l'aspetto di radice; ma le vere radici sono date da quei filamenti più esili e biancastri che partono da esso e si approfondano nel suolo. Esempio di rizoma l'abbiamo nel Giaggiolo (Iris) i cui germogli aerei sono dati da ciuffi di foglie simili a spade. Questi germogli nell'autunno appassiscono e nuovi getti si formano nell'anno successivo.

Il BULBO (fig. 34) (es. Tulipano, Cipolla), è un fusto accorciato (girello) intorno al quale si sviluppano delle foglie bianche, carnose, ricche di sostanze nutritizie. In basso si trovano le radici. Anche il bulbo ha lo stesso significato biologico del tubero e del rizoma.

Stoloni. – In alcune piante (Fragola) (fig. 35) si formano dei rami laterali che strisciano sul terreno e, ogni tanto, per lo più in corrispondenza dei nodi, emettono germogli aerei e radici sotterranee. È questo un modo di *riproduzione agamica* per *stoloni*, poichè tali si chiamano questi germogli laterali; infatti col tempo il fusto si stacca dalla pianta madre e nuove piante si formano tutto intorno ad essa.

Fig. 36 - Fico d'India (*fot. orig.*).

Piante grasse. – Talvolta il fusto si ingrossa e diventa verde, come si ha, ad es., nel Fico d'India, nei Cactus e in altre piante così dette *grasse* (fig. 36).

Fig. 37 – Cladodi con fiori di *Ruscus aculeatus.*

Si tratta di piante adatte ai climi secchi e della cui trasformazione ci renderemo conto più avanti. Così pure vi sono piante i cui rami corti e schiacciati somigliano a foglie anche perchè sono verdi. Tali rami, detti *cladodi*, si trovano, ad es., nel Pungitopo (fig. 37). Si riconoscono questi organi come rami e non foglie perchè nascono all'ascella di squame appiattite, che sono le vere foglie. Altre volte i rami sono trasformati in spine (fig. 38).

LA FOGLIA

La foglia è un' appendice del fusto nella quale si distinguono normalmente le seguenti parti: una parte appiattita laminare detta *lamina* o *lembo*; un *picciuolo*; una *guaina* o punto di inserzione del picciuolo col fusto (fig. 39).

Il Lembo. – Il lembo rivolge generalmente la sua faccia superiore verso il cielo e la faccia inferiore verso terra; la prima è anche detta *faccia interna* o *ventrale* e la seconda *faccia esterna* o *dorsale*, e ciò a causa della forma arcuata che hanno le giovani foglie quando sono nella gemma. Il lembo possiede delle *nervature*, che non sono che i vasi conduttori della linfa provenienti dal fusto e che, dopo avere attraversato il picciuolo, si espandono nel tessuto della lamina e, anastomizzandosi poi variamente fra loro, formano come una specie di finissimo reticolato. Si distinguono diversi tipi di nervature. Nelle foglie così dette *parallelinervie* (es. Riso) (fig. 160) le nervature decorrono parallelamente fra loro, lungo il lembo, dalla base all'apice. Nelle foglie *penninervie* (fig. 39, in basso) vi è una nervatura prin-

Fig 38 – Grosse spine di *Gleditschia triacanthos* L.

cipale o costola mediana e nervature secondarie che si distaccano dalla prima press'a poco come fanno le barbe di una penna.

Le foglie *palminervie* (fig. 39, in alto) hanno le nervature che si irradiano da un unico centro posto alla base del lembo, divergendo fra loro (es. Vite, Platano). Se il centro da cui si irradiano le nervature è posto quasi nel mezzo della lamina, per l'inserirsi del picciuolo in questo punto, come, ad es., si osserva nel Tropeolo o Nasturzio, la foglia si dice *peltata* o *peltinervia* (fig. 40).

Fig. 40. Nasturzio (*Tropaeolum maius*).

Fig. 39 – Di sopra: foglia di Platano (foglia palmata). Di sotto: foglia di Ippocastano (palmato-composta) (*fot. orig.*).

La *forma* della lamina fogliare è quanto mai varia: *ovale*, a *cuore*, a *spatola*, a *lancia*, ad *ago* (figg. 41, 42, 43, 44), ecc., come pure variabile è il contorno che può essere *intero*, *dentellato*, *seghettato*, *crenato* se le frastagliature sono corte e arrotondate come nel Pioppo; *lobato* se le frastagliature si internano profondamente (es. Vite, Platano, Quercia), e se esse si prolungano fino alla nervatura mediana la foglia si dice *partita* (1).

(1) Se i tagli o frastagliature sono disposti come le barbe di una penna ai lati della costola mediana e arrivano a mezza distanza fra l'orlo e la curvatura mediana (Cardo) la foglia si dice *pennatifida o pennato fessa*, mentre se arrivano fino quasi alla costola mediana si dice *pennato-partita* (Felce dolce); infine se arrivano fino alla costola mediana si dice *pennato-setta* (Palma da datteri). Se i tagli sono a disposizione palmata (Acero) si può avere analogamente foglie *palmato-fide*, *palmato-partite*, *palmato-sette*.

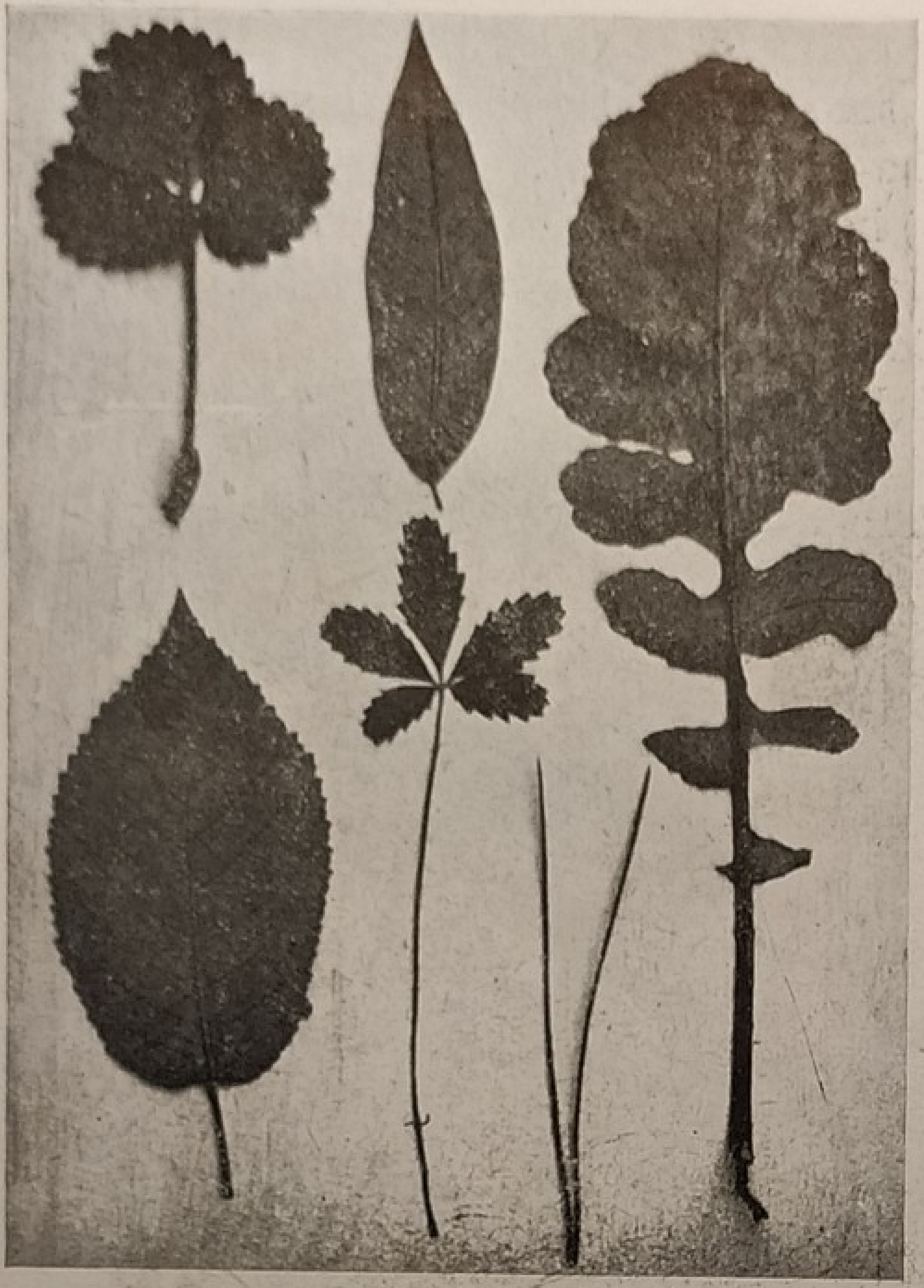


Fig. – 41 Margini diversi di foglie (a contorno intero, seghettato, crenato, dentellato, partito) *(fot. orig.)*.

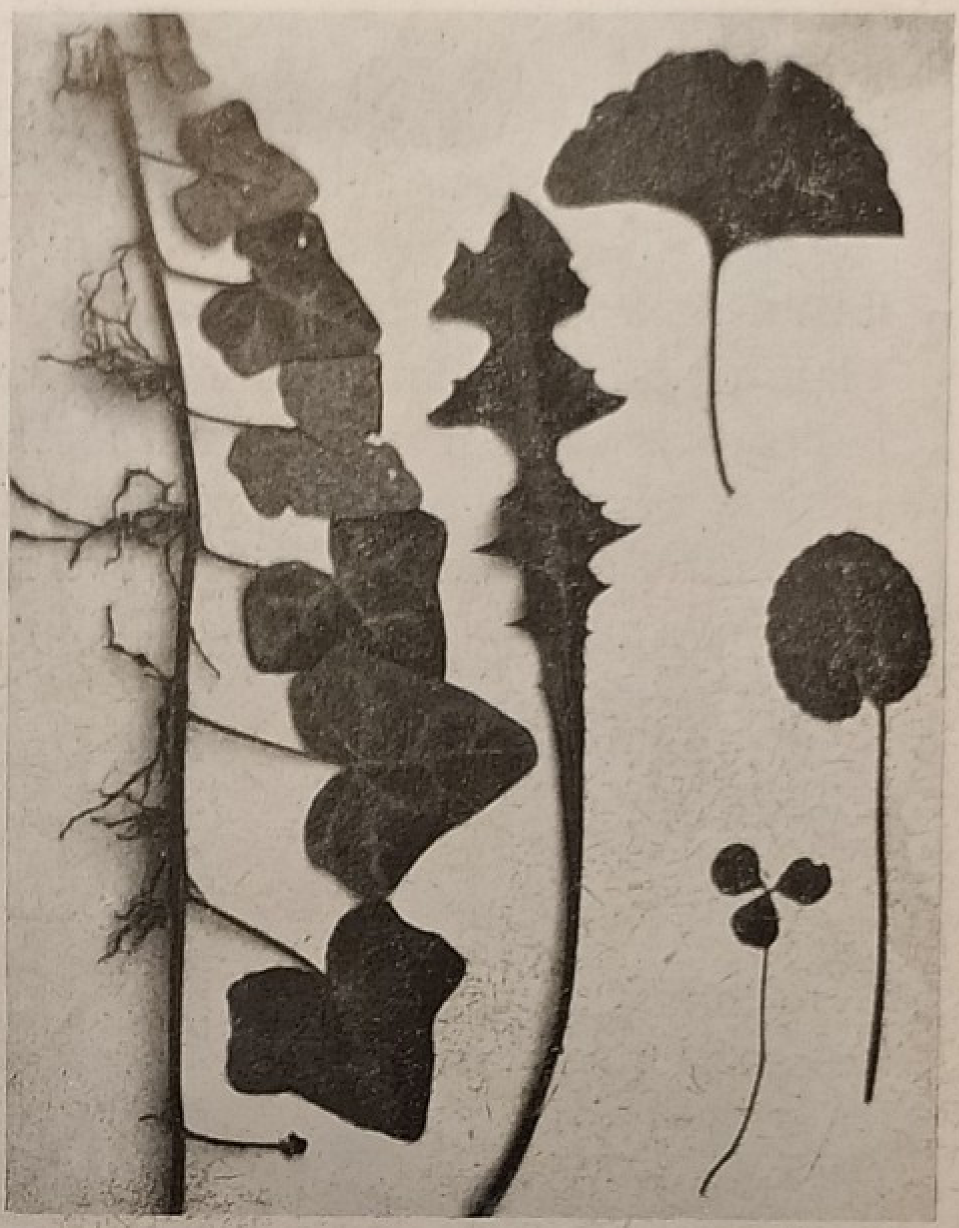


Fig. 42 - Edera con radici avventizie. Foglia di *Gingko biloba*, in alto. Foglia pennatifida del Dente di leone. Foglie cuoriformi di *Oxalis* e di Viola mammola *(fot. orig.)*.

Fig. 44 – *Sagittaria sagittaefolia* L.

Fig. 43 – Foglia imparipennata di Robinia (a sinistra) e di Rosa (a destra in basso). In alto: foglia pennatosetta di Carota *(fot. orig.)*.

Si passa così alle foglie *composte*, nelle quali i lobi del lembo sono articolati sulla costola centrale, diretta continuazione del picciuolo, o all'estremità libera del picciuolo stesso, formando altrettante *foglioline*.

Nel primo caso si ha la foglia detta *pennata-composta*, perchè le foglioline sono disposte come le barbe di una penna (e può essere *imparipennata* se termina con un'unica fogliolina, come nella Rosa, o *paripennata*, come

Fig. 45 – Il loto.

nell'Acacia, se termina con due); nel secondo caso si ha la foglia *palmato-composta*, come, ad es., nell'Ippocastano (fig. 39). Anche la grandezza varia assai: foglie molto grandi hanno, ad es., il *Nelumbio* (fiore del loto) (fig. 45), e un metro e più di diametro misurano quelle della *Victoria regia* del Rio delle Amazzoni (figg. 46, 47).

Il **picciuolo**, generalmente di forma cilindrica, è resistente ed elastico e serve a mettere in comunicazione la lamina col fusto, permettendo alla linfa ascendente e discendente di passare dall'uno all'altra e viceversa, attraverso i vasi conduttori che internamente lo percorrono. Ma anche il picciuolo varia assai di forma e di dimensioni. Può anche mancare e allora la foglia si dice *sessile*.

La **guaina** è una dilatazione basilare del picciuolo, che serve per allargare la superficie di inserzione; in alcuni casi ben visibile (Platano), in altri

poco o punto. Talvolta alla base del picciuolo di una foglia si trovano, una per lato, due foglioline verdi dette *stipole* (Rosa). Esse possono esser sostituite da *spine* come nell'Acacia o diventare molto grandi come nel Pisello.

Inserzione delle foglie sui rami. Fillotassi. – Si deve al genio di LEONARDO DA VINCI la prima osservazione sul fatto che le foglie, sui rami, non sono disposte a caso, ma in un determinato ordine. « Ha messo la natura le

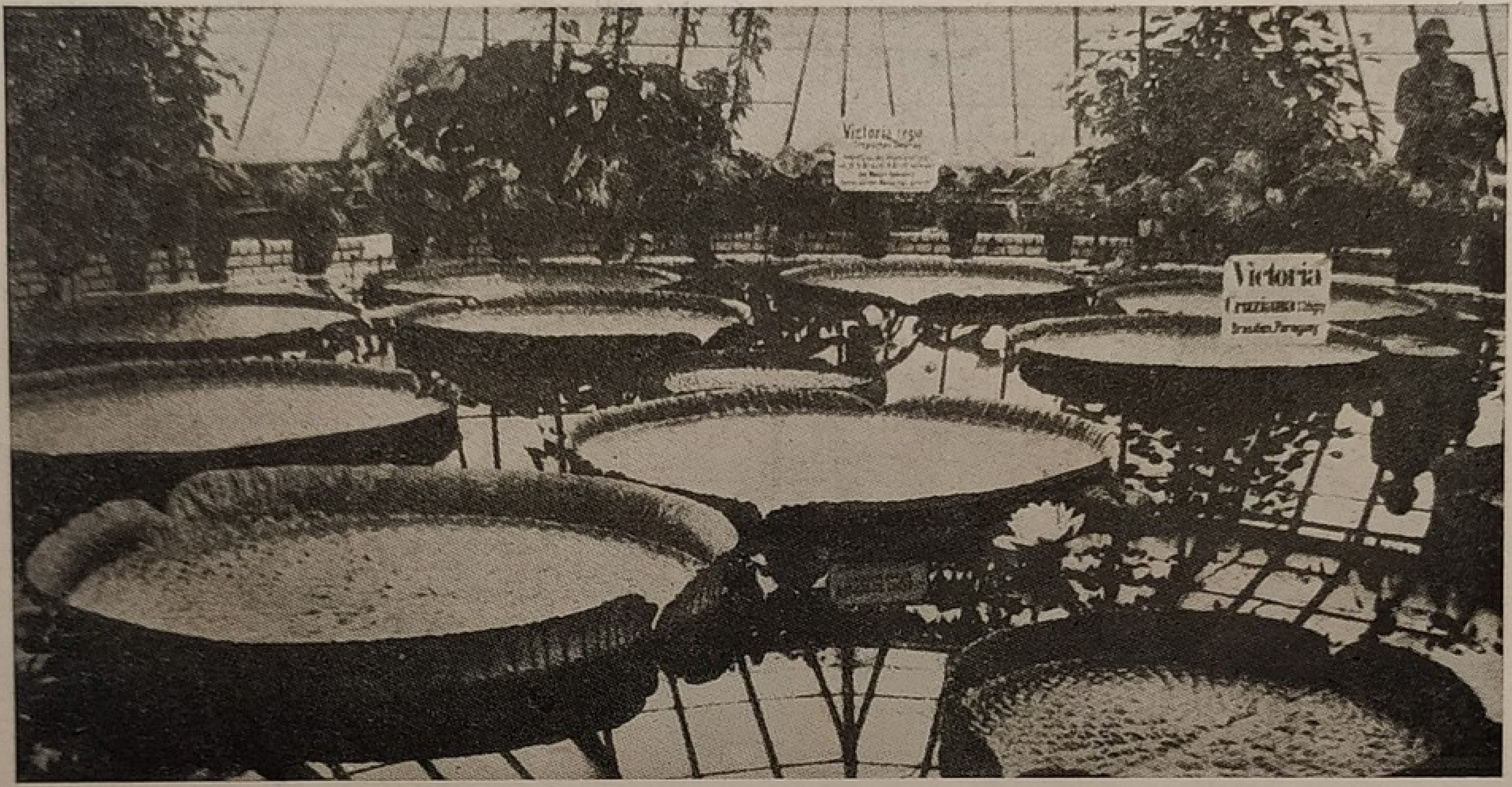


Fig. 46 – *Victoria regia* dell'America del Sud (da « *Le miroir du monde* »).

foglie degli ultimi rami di molte piante, in modo che sempre la sesta foglia è sopra la prima, e così segue successivamente, se la regola non è impedita » (¹).

Osserviamo intanto che le foglie sui rami possono essere *sparse*, ossia isolate, una per nodo, od *opposte*, ossia in numero di due su di un medesimo nodo (fig. 48), o *verticillate*, ossia in numero maggiore di due per uno stesso nodo. Nel caso delle foglie opposte, essendo queste situate una da una parte e l'altra dall'altra dello stesso nodo, ossia in posizione diametralmente opposta della circonferenza del fusto, i loro due punti di inserzione *divergono* fra loro, sul piano della circonferenza, di un angolo pari a 180°. Ora se esaminiamo le due foglie del nodo immediatamente superiore o inferiore, notiamo che esse pure sono opposte, ma orientate in modo da formare angolo retto con le prime, ossia esse cadono proprio nel mezzo dello spazio che intercede fra le due foglie del primo verticillo. Tale disposizione è regolare lungo tutto il ramo, e si comprende come permetta alle foglie di non farsi ombra l'una con l'altra, usufruendo tutte egualmente bene della luce. Analogamente avverrebbe nel caso di un verticillo formato di tre o più foglie.

(¹) Trattato della pittura di Leonardo da Vinci.

Supponiamo ora di esaminare un ramo che abbia le foglie isolate o *sparse* una per nodo. Se con un filo uniamo successivamente i punti di

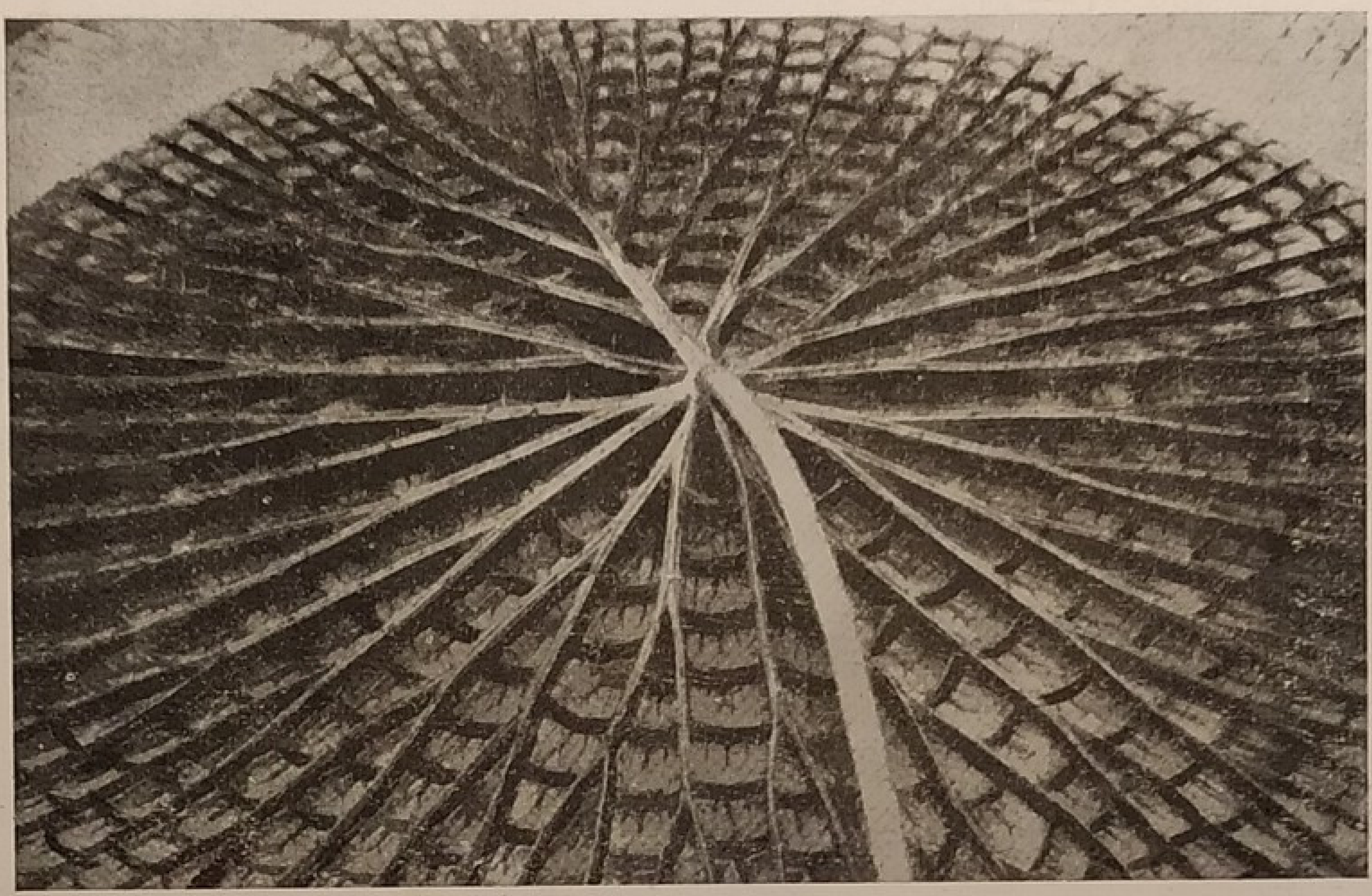


Fig. 47 – Foglia gigante di *Victoria regia* vista dalla pagina inferiore (da « *Le miroir du monde* »).

inserzione di ogni foglia, percorrendo la via più breve dall'una all'altra, otteniamo una linea spirale che gira intorno al fusto, detta *spirale* od *elica generatrice*. Si dice poi *ortostica* la retta verticale che unisce i punti di inserzione delle foglie poste su di essa. Infine si chiama *ciclo fogliare* il tratto di spirale generatrice che bisogna percorrere per andare da una foglia ad un'altra foglia situata immediatamente sopra alla prima sulla medesima ortostica. Nel percorrere questo tratto di spirale incontreremo altre foglie situate su altre ortostiche.

Possiamo esprimere questo *ciclo fogliare* con una *frazione* in cui il numeratore indica quanti giri si devono compiere intorno al fusto per raggiungere la prima foglia direttamente sovrapposta a quella dalla quale siamo partiti, e il denominatore il numero delle foglie contenute nel ciclo. Ad

Fig. 48 – *Stachys palustris*. Labiata delle acque stagnanti il cui fusto porta foglie opposte.

esempio: supponiamo di partire da una foglia e, seguendo la spirale, di trovare a metà giro una seconda foglia, mentre la terza foglia si trova sulla medesima ortostica della prima da cui siamo partiti. Indicheremo questa disposizione, che è la più semplice, con la frazione 1/2 (poichè la foglia di partenza si indica con zero). Le foglie sono in questo caso *alterne* e tutte bene illuminate. Se invece di una foglia, in un giro completo, ne avessimo trovate due, la nuova disposizione dovrà essere indicata con la frazione 1/3. La disposizione 2/5 indica che occorre fare due giri per trovare la sesta foglia sulla medesima ortostica, ossia che la *divergenza* delle foglie è espressa da 2/5.

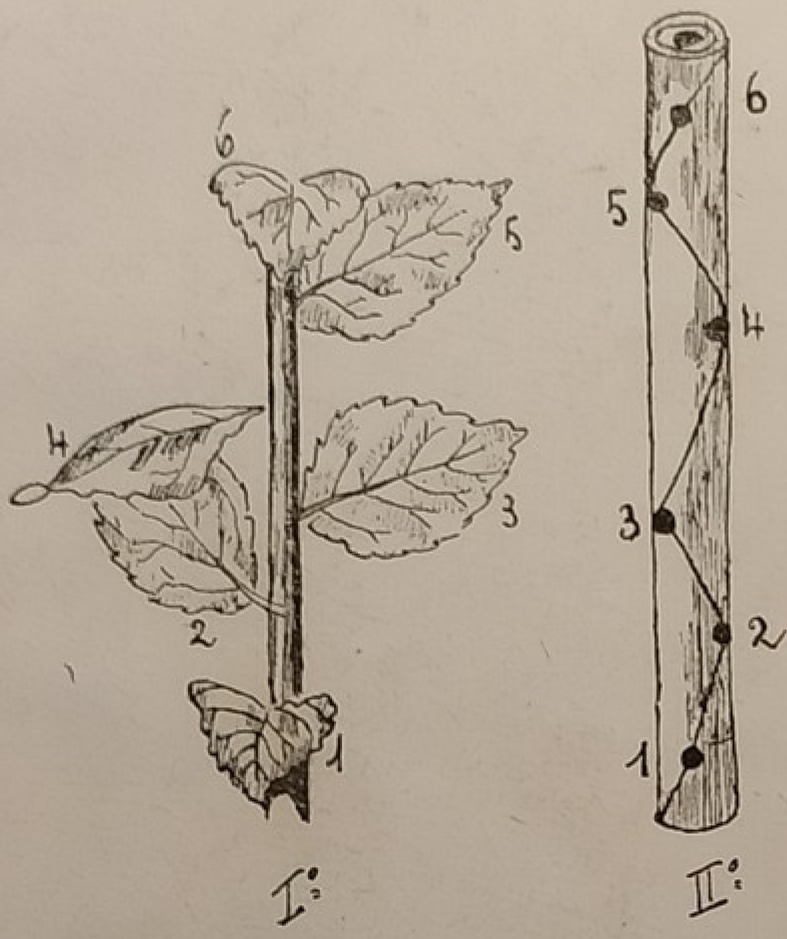


Fig. 49 – Disposizione quinconciale delle foglie. I: ramo di ciliegio. II: schema (da *Negri*).

Questa disposizione, detta *quinconciale*, è molto frequente nelle Dicotiledoni (fig. 49); ma si hanno anche altre disposizioni espresse dalle frazioni 3/8, 5/13, 8/21, 13/34, ecc. Scrivendo successivamente tutte queste frazioni si nota che il numeratore e il denominatore di ciascuna frazione sono la somma rispettivamente dei numeratori e denominatori delle due frazioni precedenti:

$$\frac{1}{2} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{2}{5} \quad \frac{3}{8} \quad \frac{5}{13} \quad \frac{8}{21} \quad \frac{13}{34}$$

Metamorfosi delle foglie. – Numerose sono le trasformazioni alle quali va incontro la foglia. Infatti essa può trasformarsi in *spine* (Cactus, Fico d'India), in *cirri* o *viticci* (Pisello, Veccia, fig. 50), in *squame* protettive come nel turione dell'Asparago che per venire alla luce deve perforare il suolo, nei rizomi sotterranei, o attorno alle gemme (Pino). Nei bulbi della Cipolla, del Tulipano, ecc., le foglie incolori e grosse sono ricche di materiale di riserva e avvolgono il tenero germoglio interno. Altre volte si trasformano in involucri protettivi dei fiori e delle infiorescenze (*brattee*) come nelle Ombrellifere (Carota, fig. 64), nel Gigaro (*spata*, fig. 297).

Fig 50 – *Vicia sepium* L.

Sono pure foglie trasformate i *cotiledoni* (figg. 8 e 78), masse carnose che alimentano la giovane piantina fino a che questa non è in grado di nutrirsi da sè.

In alcune piante così dette *carnivore* le foglie si trasformano in ispecie di trappole per la cattura degli insetti (Nepente (fig. 51), Utricularia, ecc.).

Infine i fiori non sono che foglie trasformate, come vedremo più avanti.

Notiamo anche come in una stessa pianta le foglie possono essere diverse per forma e per dimensioni. Caratteristica è a questo proposito la *Sagittaria sagittaefolia* (fig. 44), una pianta acquatica che ha tre specie di foglie; quelle aeree a saetta, quelle galleggianti ovali od ellittiche, e quelle sommerse frastagliate. A tale fenomeno è stato dato il nome di *eterofillia* ed è in relazione col diverso mezzo ambiente nel quale la foglia viene a trovarsi. Nel Ranuncolo acquatico (fig. 52) si hanno due specie di foglie: quelle sommerse laciniate e le emerse a lembo piano.

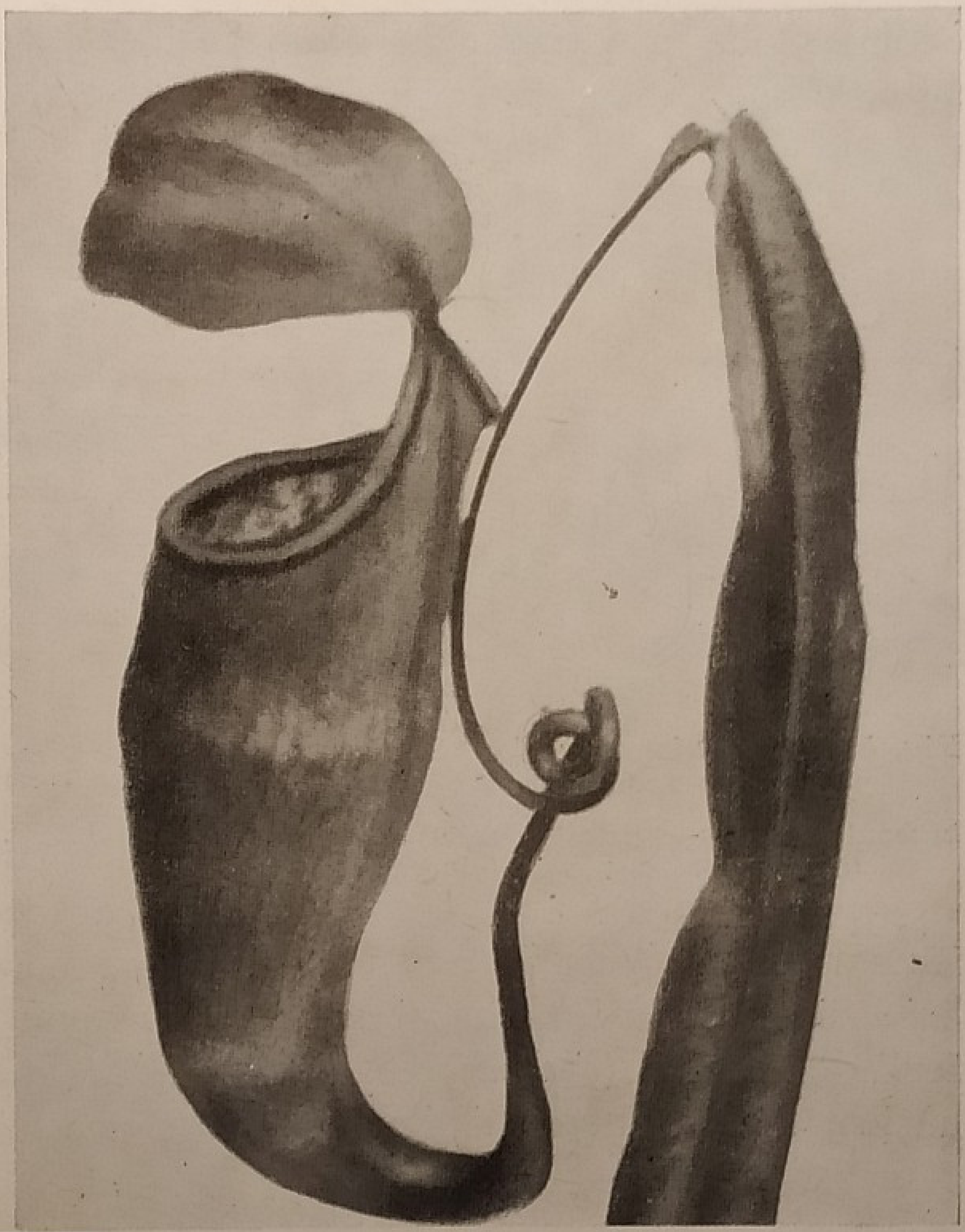


Fig. 51 – Foglia di *Nepenthes* foggiata a bicchiere (da *Boyer*).

Fig. 52 – Ranuncolo acquatico (*Ranunculus aquatilis* L.).

IL FIORE E LE SUE PARTI

Il fiore. – *Il fiore non è altro che un ramo breve, con le sue foglie trasformate e destinate alla riproduzione.* Il ramo ha *nodi* (punti di inserzione delle

foglie) molto avvicinati fra loro, cosicchè le foglie risultano pure avvicinate, e sono disposte ordinariamente a *verticillo* (ossia nello stesso piano tutto intorno al nodo).

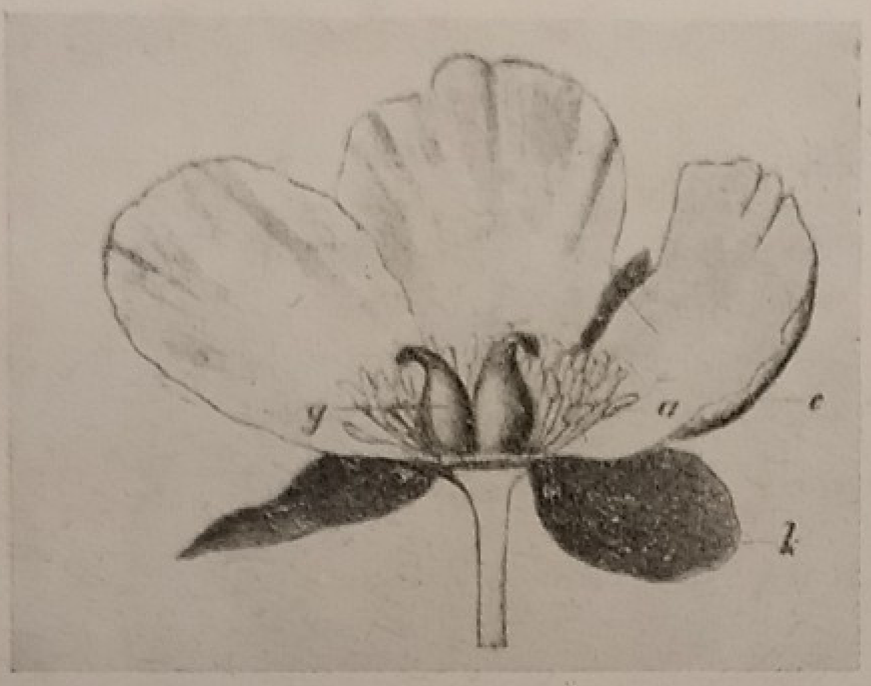


Fig. 53 – *Paeonia peregrina*. Il fiore e le sue parti.

k) sepali (calice) - *c*) petali (corolla) *a*) stami (androcelo) - *g*) pistilli (gineceo).

Ma le foglie (*antofilli*) sono profondamente metamorfosate e hanno assunto speciali funzioni.

Generalmente si distinguono nel fiore completo (fig. 53) un asse fiorale (*gambo* o *pedicello*), ingrossato all' estremità superiore e dilatato in forma di cono o di piattello o di coppa (*talamo*), sul quale sono inserite le seguenti parti: un primo verticillo, a partire dal basso, di foglie per lo più verdi, dette *sepali* e al cui insieme si dà il nome di *calice*; un secondo verticillo di foglie, per lo più colorate, dette *petali* e al cui insieme si dà il nome di *corolla*; un terzo verticillo formato dalle foglie staminali (*stami*), al cui insieme si dà il nome di *androceo*, e poi un ultimo verticillo formato dalle foglie carpellari (*carpelli*) costituenti uno o più *pistilli* e al cui insieme si dà il nome di *gineceo*. All'insieme del calice e della corolla si dà il nome di

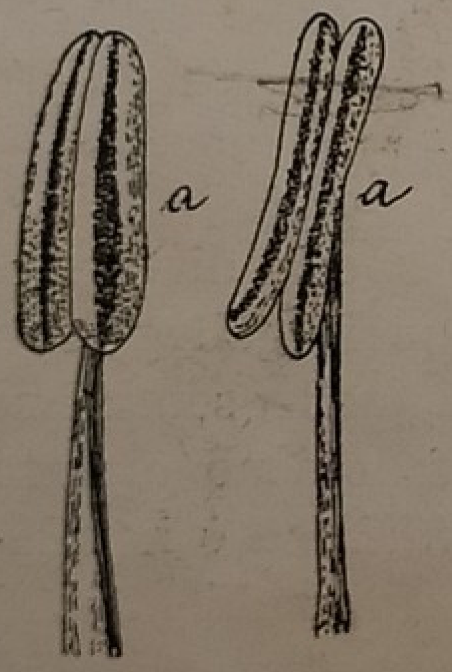


Fig. 54.
Stami con filamento ed antera (*a*).

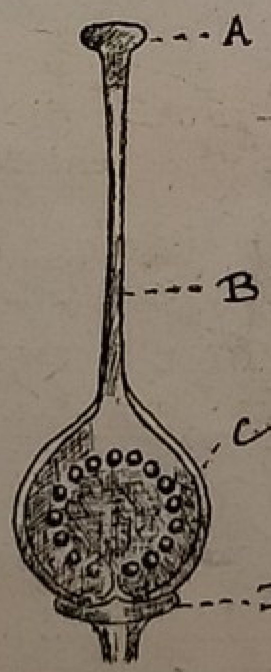


Fig. 55. Pistillo.

A) stigma - *B*) stilo - *C*) ovario con ovuli - *D*) talamo.

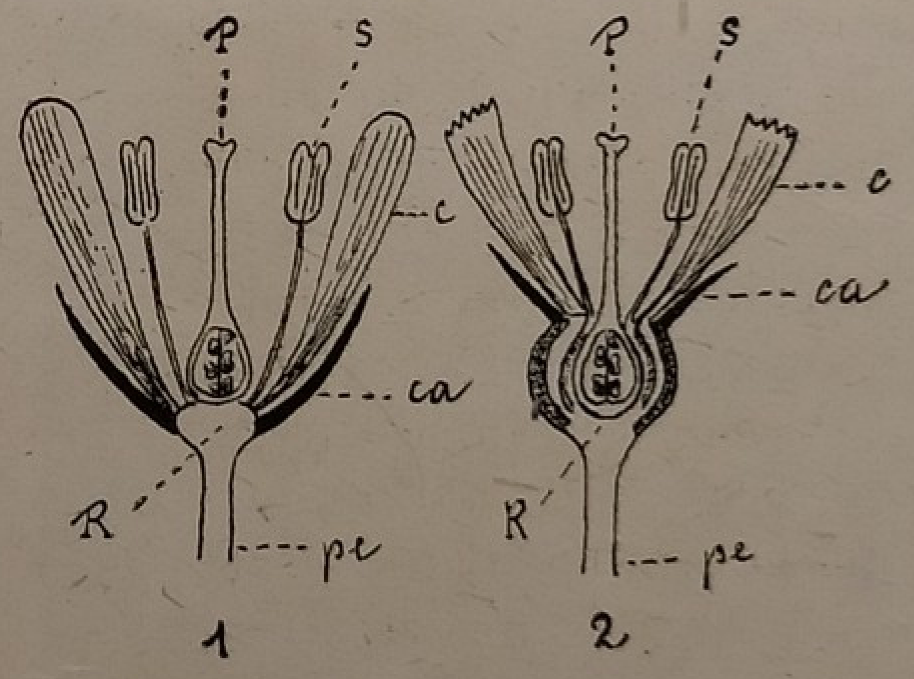


Fig. 56 – 1. Ovario supero; 2. Ovario infero.

pe) pedicello - *R*) ricettacolo - *ca*) calice - *c*) corolla - *s*) stami - *p*) pistillo.

perianzio. Se i due verticilli del perianzio sono uguali per forma e per colore, si parla allora di *perigonio*, e tutte le foglie si chiamano *tepali* (es. Giglio). Stami e pistilli rappresentano gli organi destinati alla *riproduzione sessuata* della pianta.

Un fiore così fatto si dice *ermafrodito*, avendo i due sessi riuniti; ma vi sono fiori anche *unisessuali*, cioè con solo androceo o solo gineceo.

Ogni *stame* (fig. 54) è formato da una *filamento* che regge l'*antera*, a sua volta formata da due paia di *sacchi pollinici* (*teche*) uniti fra loro e col filamento dal *connettivo*, e contenenti nel loro interno una polvere gialla, che, vista al microscopio, si risolve in minuti granelli (*granelli pollinici*), i quali non sono altro che le cellule germinali maschili. Quando l'antera è matura, *deisce*, lasciando uscire il polline.

Fig. 57 – Alkekengi (da *Boyer*).

Ogni *pistillo* (fig. 55) ha generalmente la forma di un piccolo fiaschetto e lascia distinguere le seguenti parti: una porzione allungata detta *stilo*, una parte superiore e terminale detta *stigma*, e una parte inferiore ingrossata detta *ovario*. Nell'ovario sono contenuti gli *ovuli*, i quali producono la cellula germinale femminile od *oosfera*. Perchè avvenga la riproduzione è necessario che il granello di polline si posi sullo stigma del pistillo generalmente di un altro fiore della stessa specie. Il trasporto del polline (*impollinazione*) si compie a mezzo del *vento* o degli animali, specialmente *insetti*, o dell'acqua (impollinazione *anemofila*, *entomofila*, *idrofila*).

Come diremo in seguito, l'oosfera fecondata, si sviluppa in *embrione*, e dall'ovulo si forma il *seme*; le parti del fiore divenute inutili (generalmente il perianzio e gli stami) sono destinate a cadere, mentre le foglie carpellari subiscono una profonda trasformazione; si ha così il *frutto*, scopo ultimo della riproduzione.

Ciò che abbiamo detto fino ad ora sul fiore vale, più che altro, per orientarci sulla costituzione generale di esso: ma quali e quante varietà di fiori nelle piante! Quale immenso campo di indagine per chi, innamorato della vita delle piante, si accinge a studiare le diverse forme dei fiori e

cerca di arrivare a conoscere il significato delle diverse strutture, tenta di penetrare nell'intima conoscenza dei fenomeni che regolano e presiedono alla riproduzione dei vegetali! Vedremo nella parte descrittiva alcune fra queste varietà; per ora contentiamoci di alcune nozioni generali.

Il **talamo** può avere forme diverse, e questo è importante per la classificazione dei fiori. Infatti può essere semplicemente ingrossato, conico, come

Fig 58 – *Convolvulus sepium* L.

Fig. 59 – *Salvia pratensis* L.

in genere avviene, o avvallato a piattello o a coppa, o incavato e chiuso coi suoi margini superiori che portano l'androceo. In conseguenza di ciò la posizione del gineceo varia, potendo il pistillo trovarsi in alto del talamo conico sopra ai punti di inserzione degli stami e delle altre parti del fiore (si dice allora che l'ovario è *supero*); o sotto ad essi in basso entro l'avvallamento del talamo da cui rimane però separato (ovario *medio* o *semi-infero*); o sotto ad essi, ma saldato col talamo o ricettacolo (*ovario infero*) (fig. 56 (1, 2)).

Il **calice** può avere i sepali disgiunti (calice *dialisepalo*), o saldati insieme (calice *gamosepalo*). Ordinariamente verdi, i sepali possono essere qualche volta colorati e assumere aspetto di petali (calice *petaloideo*, come nell'Elleboro, nell'Anemone, figg. 125, 126). Qualche volta il calice è *caduco*, come, ad es., si osserva nel Papavero, il cui fiore, quando è ancora in boccio, possiede due grossi sepali verdi che coprono e proteggono la corolla (fig. 67); ma poi sono destinati a cadere quando la corolla si apre. Qualche volta è *persistente* ossia rimane a proteggere il frutto come nell'*Alkekengi* (fig. 57).

Più profonde trasformazioni il calice subisce nei fiori della famiglia delle Composte (es.: Cardo, Dente di leone) assumendo la forma di setole allungate che sono molto utili per la disseminazione dei frutti (fig. 301).

La **corolla**. – La forma, il colore, la disposizione dei petali dà luogo a una infinità di variazioni. Si può dire che la bellezza del fiore è data soprattutto da questa parte del fiore, di cui si conoscono una quantità di tipi diversi.

Fig. 60 – 1. Stami diadelfi; 2. Stami monadelfi della *Malva*.

Possono i petali essere disgiunti (corolla *dialipetala*), o saldati insieme (corolla *gamopetala* o *simpetala*). Fra le corolle **dialipetale** *regolari* ve ne sono di quelle coi petali disposti a croce (*crociforme* come nella Violacciocca) (fig. 120), a *rosetta* (Malva, Garofano) (fig. 131); altre sono *irregolari* [1], e fra queste la nota corolla *papilionacea* o *farfallina*, propria del Pisello, del Fagiuolo, e di altre Leguminose, formata da 5 petali, dei quali uno più grande degli altri, detto *vessillo*; due laterali detti *ali*, e altri due uniti insieme a formare come una specie di carena di nave (detta appunto *carena*) entro cui si trovano gli stami e il pistillo (fig. 70).

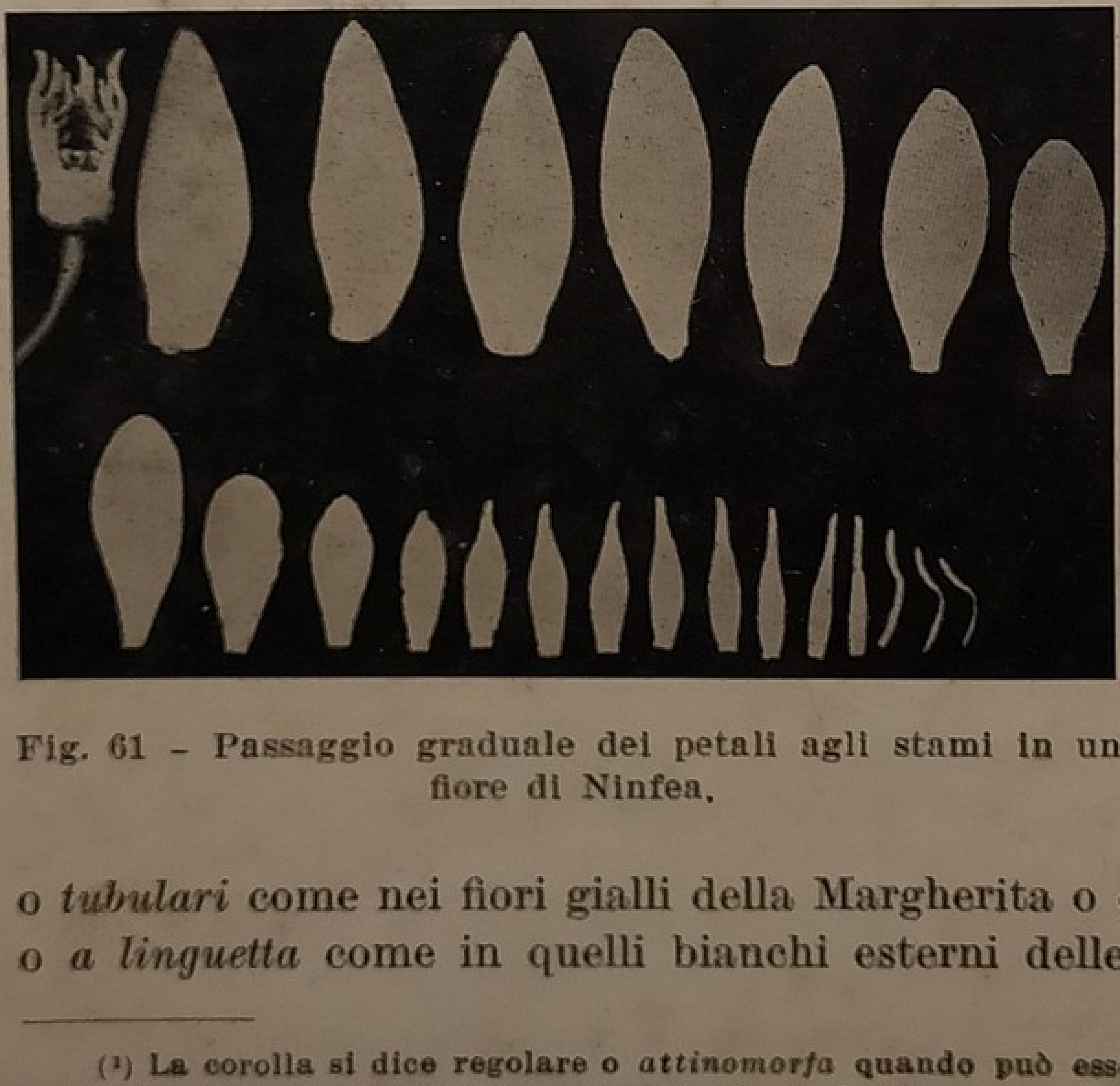


Fig. 61 – Passaggio graduale dei petali agli stami in un fiore di Ninfea.

Fra le corolle **simpetale** ve ne sono di quelle fatte a *imbuto* (Convolvolo, fig. 58), a *ruota* (Patata, fig. 32), a specie di bocca aperta con due labbra, superiore ed inferiore (*bilabiata*), come nella Salvia e altre *Labiate* (fig. 59), o chiusa (Bocca di leone, fig. 90), o *tubulari* come nei fiori gialli della Margherita o di altre Composte (fig. 80), o *a linguetta* come in quelli bianchi esterni delle suddette piante (fig. 80).

---

[1] La corolla si dice regolare o *attinomorfa* quando può essere divisa in parti uguali e simmetriche da piani passanti per l'asse fiorale: irregolare o *zigomorfa* quando è simmetrica relativamente a un solo piano.

Alcuni petali invece di rimanere piani e a larga base, si assottigliano in un'*unghia* (Garofano) oppure si accartocciano a formare *cornetti* e *speroni* (Aconito, Viola) ripieni per lo più di *nettare* (fig. 118), succo zuccherino che attira gli insetti favorendone la impollinazione. Il calice e la corolla hanno funzione protettiva degli stami e dei pistilli, ma specialmente la corolla ha anche una funzione *vessillare* attirando gli insetti con il colore e il profumo per la impollinazione.

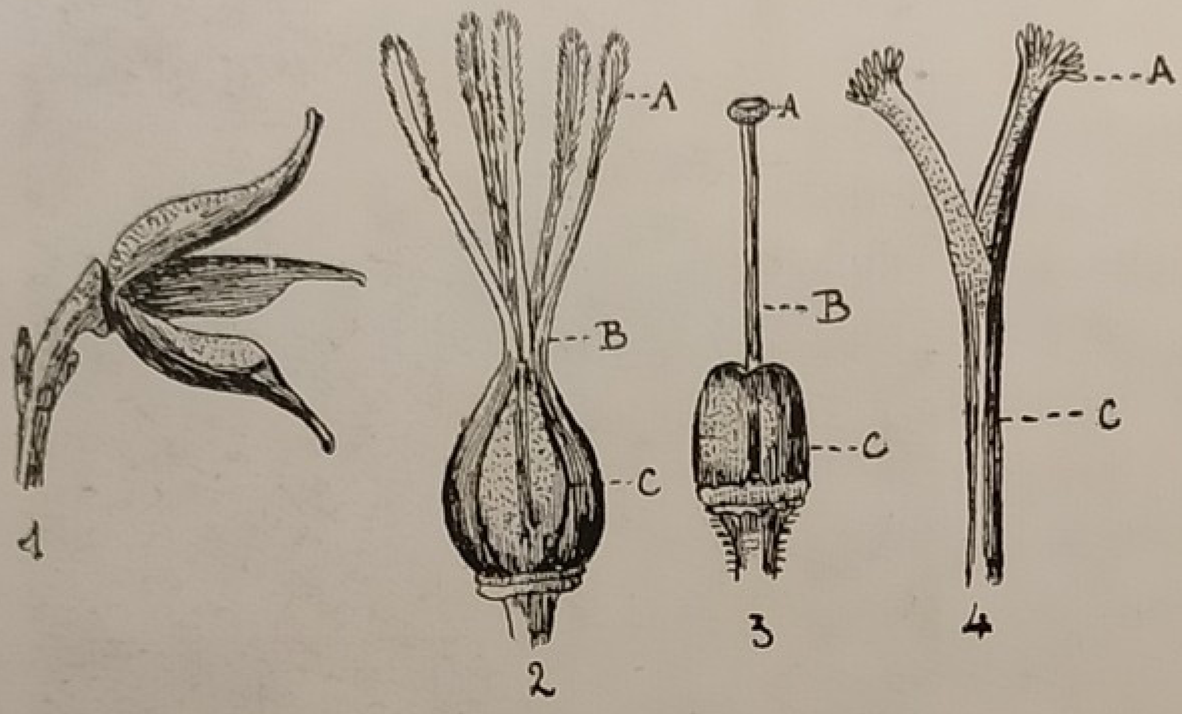


Fig. 62 – 1. Tre pistilli monocarpellari di Aconito. – 2. Un pistillo formato da cinque carpelli: *A*) stigma; *B*) stilo; *C*) ovario. – 3. Pistillo formato da due carpelli: *A*) stigma; *B*) stilo; *C*) ovario. – 4. Pistillo di Achillea millefolium: *A*) stigma; *C*) stilo (da *Catalano*).

Stami. – Anche per quanto riguarda gli *stami* si ha grande varietà. Di solito gli stami sono liberi e indipendenti gli uni dagli altri; ma vi sono casi in cui i filamenti sono saldati fra loro (stami *monadelfi*) come nella Malva (fig. 60), dove formano un mazzetto unico; o saldati in modo da formare due o più mazzetti (stami *diadelfi* e *poliadelfi*): (Loto, Arancio) (fig. 60).

In altri casi sono saldate fra loro le *antere* (Composte).

In uno stesso fiore può variare la loro lunghezza. Ad es., nelle Crocifere (Senape, Violacciocca) vi sono sei stami di cui 4 più lunghi e 2 più corti (fig. 120) (stami *tetradinami*); nella Salvia (Labiate) vi sono quattro stami di cui due più lunghi e due più corti (stami *didinami*).

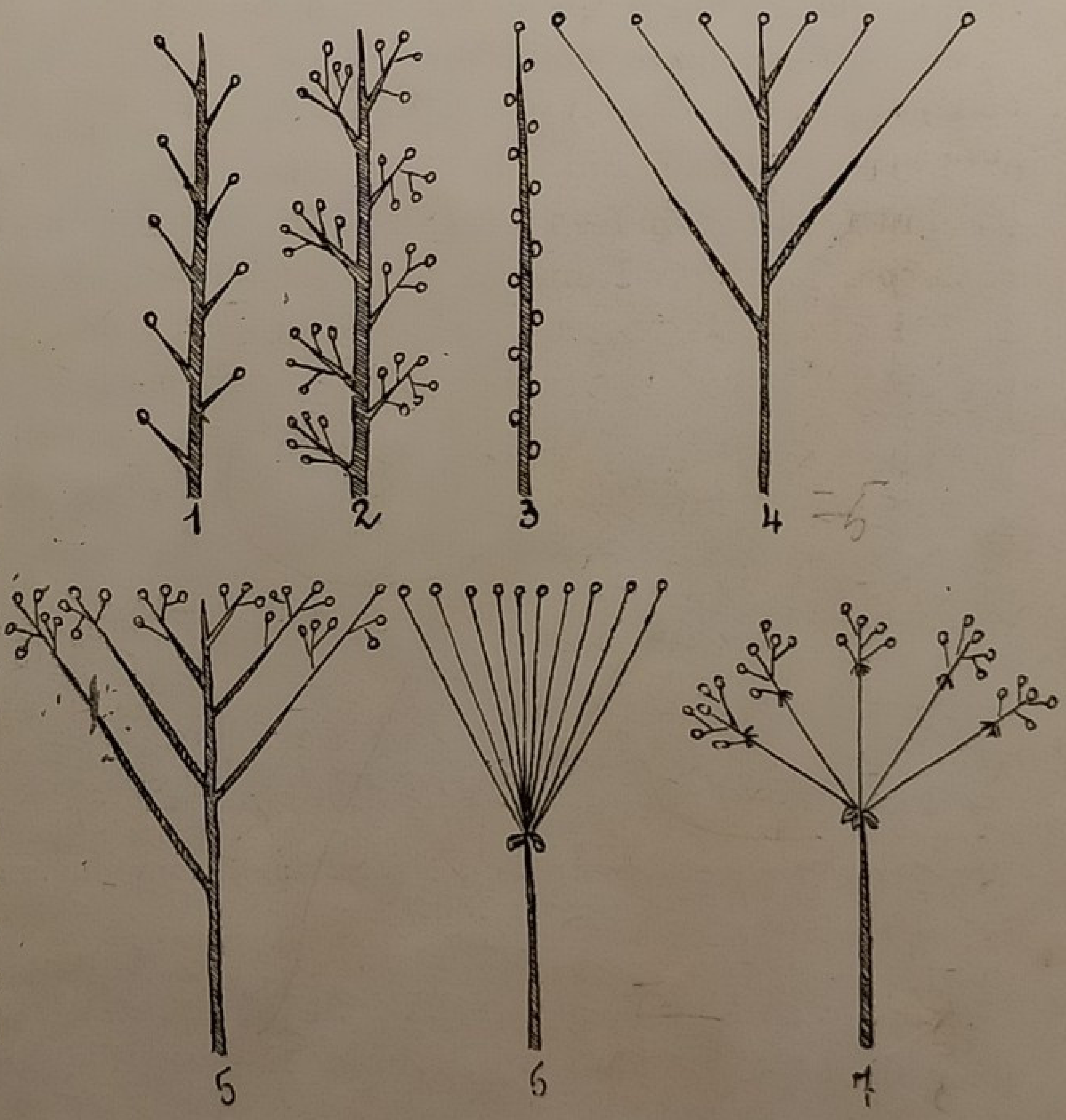


Fig. 63 – Infiorescenze indefinite.

1) grappolo semplice - 2) grappolo composto o pannocchia - 3) spiga - 4) corimbo - 5) corimbo composto - 6) ombrella semplice - 7) ombrella composta.

L'antera può essere attaccata al filamento per il suo punto di mezzo,

come nel Giglio (antera *oscillante*); può aprirsi, per lasciare uscire il polline, o per fessure laterali, o per fori ed opercoli. Notevole nei fiori di Ninfea il passaggio graduale dai petali bianchi e numerosi agli stami, ciò che dimostra come le varie parti del fiore siano in realtà non altro che foglie trasformate (fig. 61). Nei così detti *fiori doppi* (rose, garofani) delle piante coltivate il grande sviluppo dei petali avviene a spese di parte o anche di tutti gli stami.

Fig. 64 – *Daucus Carota* L.

Pistilli. – Se il pistillo è formato da un'unica foglia carpellare che si è come accartocciata su sè stessa e i cui margini si sono saldati fra loro, si ha un ovario con un'unica cavità interna racchiudente gli ovuli e allora l'ovario dicesi *monocarpellare* e *monoloculare* (un solo *loculo*) (fig. 62¹); se da due o più foglie, ognuna delle quali racchiude un loculo, l'ovario si dice *pluricarpellare* e *pluriloculare*; può darsi il caso che più foglie carpellari si saldino fra loro formando un ovario unico (gineceo *sincarpo*, fig. 62²˒³). Nella fig. 62² i carpelli sono saldati ma hanno gli stili liberi.

Gli *ovuli* stanno attaccati all'orlo di saldatura della foglia carpellare, formato da uno speciale tessuto detto *placenta*, per mezzo del così detto *funicolo*; ma vario è il loro punto d'attacco e varia la posizione da essi assunta nell'ovario.

Anche lo stilo e lo stigma presentano grandi varietà nella loro costituzione (fig. 62).

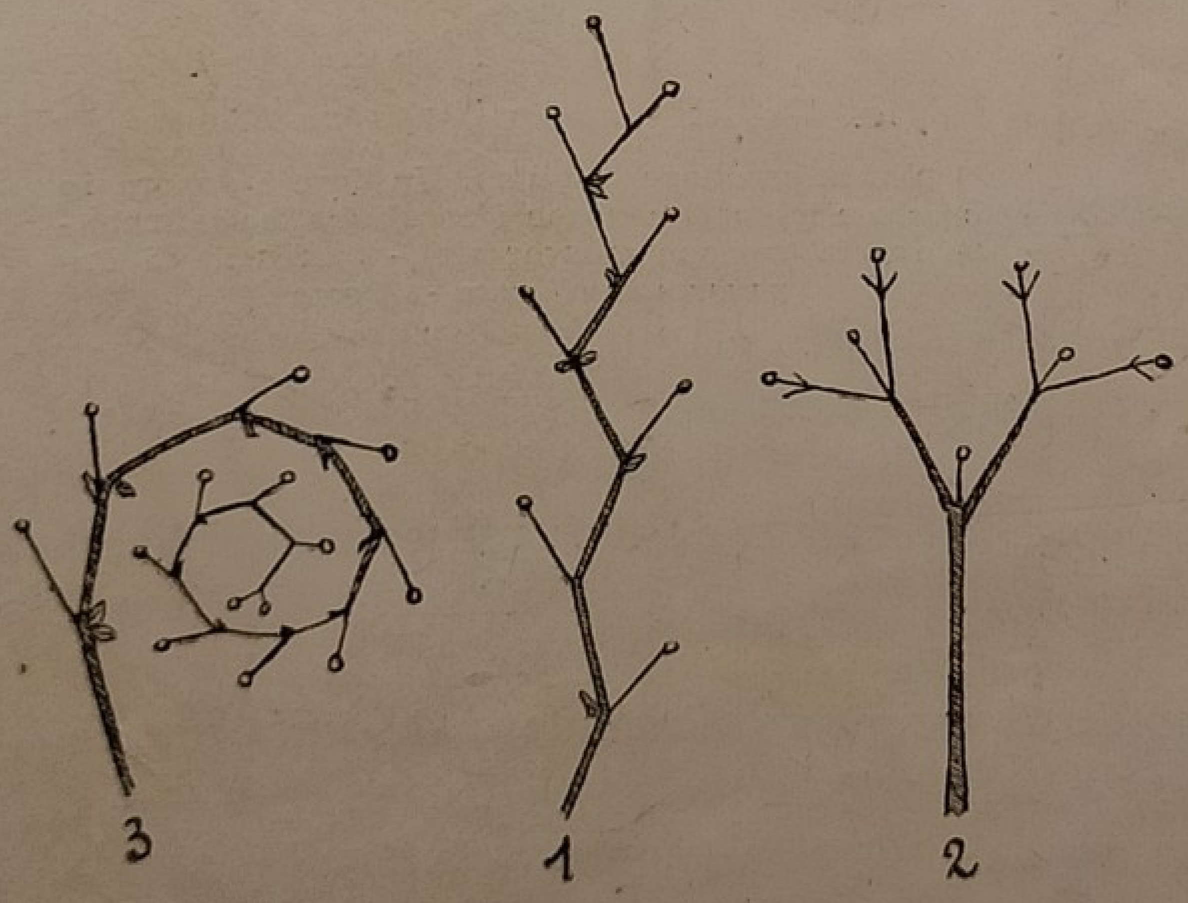


Fig. 65 – Infiorescenze definite.
1) cima elicoidale - 2) falsa dicotomia - 3) cima a scorpioide.

INFIORESCENZE

I fiori possono essere isolati, ma per lo più sono riuniti insieme a formare delle *infiorescenze*. Si conoscono varie specie di infiorescenze, che possiamo raggruppare in due tipi principali: l'infiorescenza *inde-*

finita o *racemosa*, in cui l'asse principale si sviluppa più dei rami laterali, e non termina con un fiore, e l'infiorescenza *definita* o *cimosa* in cui l'asse principale termina con un fiore e cessa perciò di crescere mentre si sviluppano rami e fiori laterali.

Infiorescenze indefinite. – Si ha il *grappolo semplice* quando l'asse prin-

Fig. 66 – Non ti scordar di me (*Myosotis*).

cipale porta lateralmente e alternativamente i fiori peduncolati.

Se si formano dei rami laterali a loro volta suddivisi in rami minori si ha il *grappolo composto* o *pannocchia* (es. Glicine, Vite, fig. 63).

Fig. 67 – Rosolaccio (*Papaver Rhoeas*).

1) pianta con fiore e frutto. Un fiore è ancora in boccio e i sepali coprono i petali (calice caduco) - 2) ovario (sezione trasversale) - 3) frutto di *Papaver somniferum* - 4) seme.

Se nel grappolo semplice o composto i fiori sono sessili si ha la *spiga* (es. Frumento) (fig. 63).

Nelle Conifere (Pini, Abeti) la spiga è formata da fiori unisessuali e dicesi *amento*. Gli amenti sono spesso pendenti, come nelle Avellane, nei Pioppi, ecc. (fig. 148).

Lo *spadice* è una spiga semplice o composta circondata da una grande *brattea* o foglia trasformata (Gigaro, fig. 297).

Il *corimbo* è un'infiorescenza in cui i fiori si portano tutti allo stesso livello, ma i loro peduncoli partono da punti differenti dell'asse principale (es. Ciliegio, Pero) (fig. 63).

L'*ombrella* è un'infiorescenza i cui fiori si portano tutti allo stesso livello ma i loro pedicelli partono dal medesimo punto, e se questi si ramificano a loro volta in piccole ombrelle, si ha l'*ombrella composta*; tale infiorescenza è propria delle piante appartenenti alla famiglia delle *Ombrellifere* (Carota, Finocchio, ecc.) (figg. 63, 61).

Il *capolino* è formato da fiori sessili impiantati su un asse accorciato e a superficie slargata (Margherita, Camomilla) (fig. 80).

Fig. 68 – *Datura Stramonium.*

Fig. 69 – Zafferanone (*Colchicum autumnale*).

1) pianta in fiore - 2) pistillo con ovario (sezione longitudinale) - 3) frutto - 4) cassula (sezione trasversale) - 5) semi.

Sicono è un'infiorescenza speciale sviluppatasi internamente all'asse principale divenuto carnoso (Fico) (fig. 141).

Infiorescenze definite (fig. 65). – Sono del tipo del *simpodio* coi rami laterali sviluppati alternativamente (*cima elicoidale*), o solo da un lato (*cima a scorpioide*, ad es. Non ti scordar di me) (fig. 66), o da ambo i lati (*cima bipara* o *falsa dicotomia*).

IL FRUTTO

Il fiore, una volta fecondato, subisce una profonda trasformazione, poichè mentre l'ovulo diventa seme, l'ovario, maturando i suoi carpelli, si muta in *pericarpo*, ossia nella parte che avvolge e protegge il seme. *Al complesso del seme e del pericarpo*, si dà il nome di *frutto*, benchè, a stretto rigore,

Fig. 70 – Pisello (*Pisum sativum*).

1) pianta con fiori e frutti - 2) vessillo - 3) ali - 4) carena - 5) stami - 6) pistillo - 7) seme - 8) seme aperto.

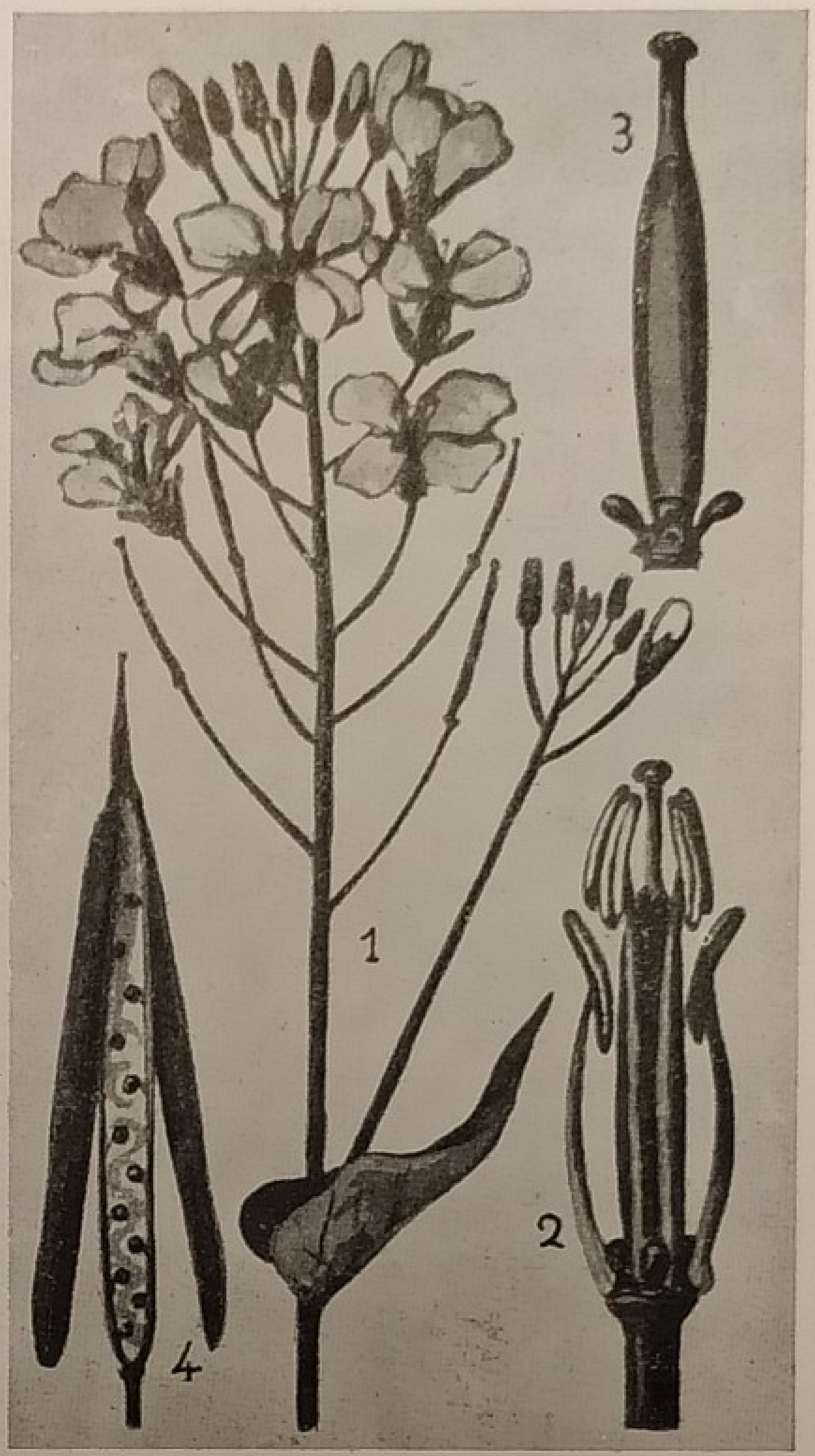


Fig. 71 – Colza (*Brassica napus*).

1) fusto con fiori - 2) stami tetradinami e pistillo - 3) pist. con nettari - 4) siliqua aperta.

quest'ultimo solo costituisce il frutto propriamente detto. Delle altre parti del fiore, i petali e gli stami, divenuti ormai organi inutili, ordinariamente cadono e i sepali si seccano, e o rimangono come tali o cadono anch'essi. Ma se questo è il processo secondo il quale avviene normalmente la formazione del frutto, in particolare si hanno molte varietà di frutti, poichè anche altre parti del fiore col suo pedicello e col suo talamo possono partecipare alla costituzione definitiva di esso.

A seconda che il pericarpo è secco o carnoso si hanno pertanto frutti *secchi* o frutti *carnosi*, e a seconda ancora che il frutto si apre da sè a maturità o no, si distinguono frutti *deiscenti* e frutti *indeiscenti*.

Frutti secchi deiscenti. – Si chiama **cassula**, in generale, un frutto secco che si apre a maturità, lasciando uscire i semi; ma la deiscenza può avvenire in modi diversi, ai quali corrispondono delle denominazioni speciali, e cioè: *pisside*, *follicolo*, *legume*, *siliqua*, *siliquetta*, ecc., tenuto conto anche del numero, della disposizione dei carpelli, della forma dell'ovario.

La deiscenza può essere *longitudinale* o *trasversale*; avvenire cioè nel senso della lunghezza della foglia carpellare o in senso perpendicolare a questa; in questo ultimo caso, meno frequente, si forma una fenditura circolare unica che permette il sollevamento di un coperchio alla sommità della cassula, che è detta allora *pisside* (es. Giusquiamo); oppure può avvenire per la formazione di piccoli fori (cassula *poricida*) come nel Papavero (fig. 67).

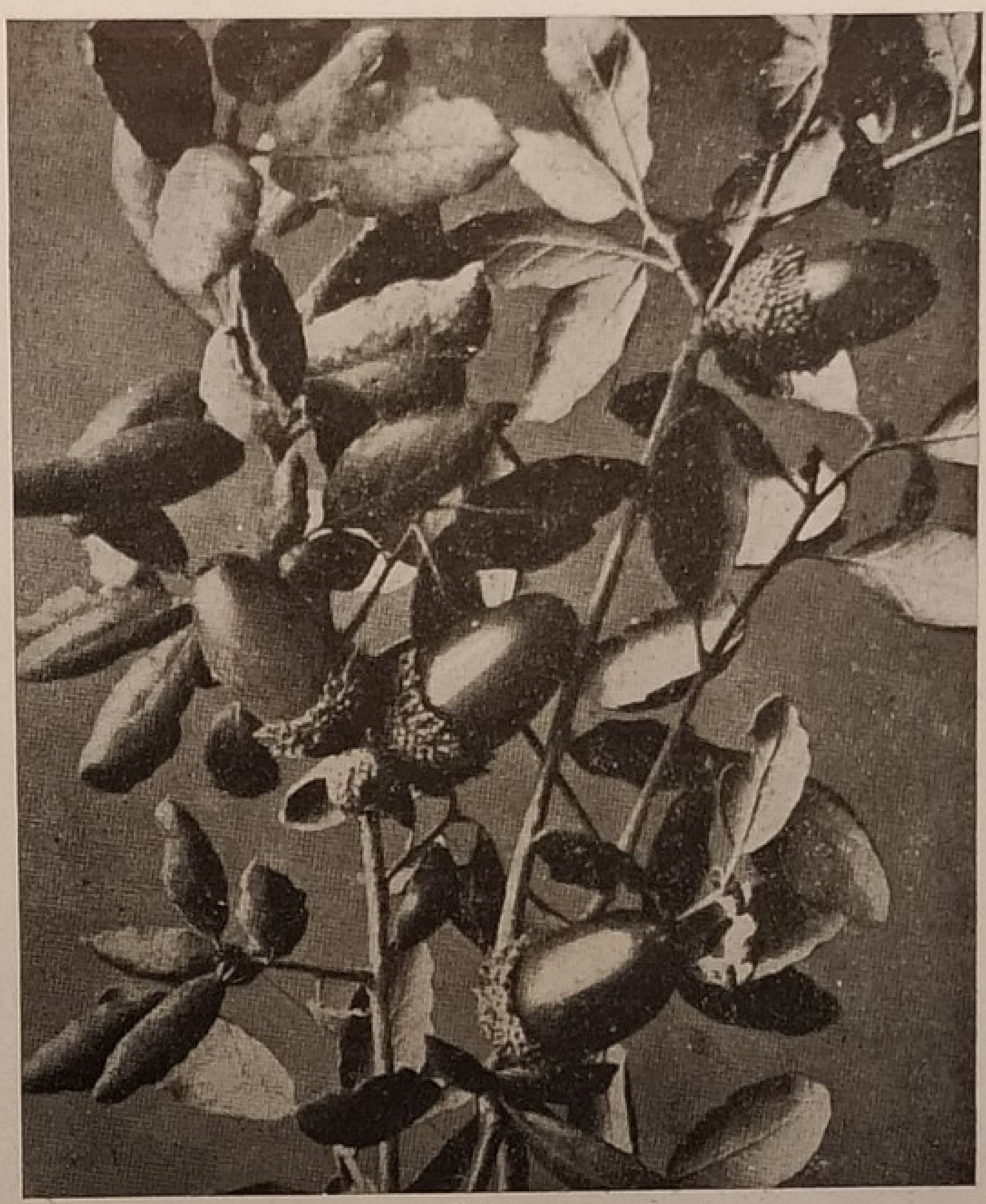


Fig. 72 - Ghiande di quercia da sughero.

Ma per lo più la deiscenza è *longitudinale*, e allora si possono avere i seguenti casi principali:

1°) La deiscenza si produce lungo la nervatura mediana di ogni carpello, e allora la cassula si può aprire in tante valve quanti sono i carpelli, come, ad es., nella Violetta, nel Giglio, nella Datura Stramonio (deiscenza *valvare* [fig. 68] e cassula *loculicida*).

2°) La deiscenza si produce lungo i bordi della foglia carpellare, che erano da prima saldati fra loro, e allora si ha il *follicolo* (es. Peonia, Colchico, Magnolia) (fig. 69).

3°) La deiscenza avviene in un unico carpello lungo la nervatura mediana e lungo la linea di sutura dei bordi della foglia carpellare, e allora si ha il *legume* (es. Fagiuolo, *Pisello*) (fig. 70).

Fig. 73 - Testucchio (*Acer campestris*).
1) ramo fiorito - 2) fiore con stami e pistillo ridotto - 3) fiore femminile - 4) samara.

Fig. 74 – Ramo fruttifero di Ciliegio.

4°) La deiscenza avviene per quattro fenditure che si formano ai lati di un tramezzo su cui stanno i semi e che divide il frutto in due valve, che poi cadono, e allora si ha la *siliqua* (es. Violacciocca e altre Crocifere) (fig. 71).

La *siliquetta* non è che una siliqua corta e larga (es. *Capsella bursa pastoris*).

Frutti secchi indeiscenti. – Questi hanno per tipo l'*achenio*, che ha un pericarpo più o meno duro e racchiude per lo più un solo seme, come abbiamo, ad es., nella ghianda (fig. 72), nella nocciola. Nelle Ombrellifere (Anice, Carota) l'achenio è formato dai due carpelli conservanti ciascuno il loro seme e separati a maturità; si ha allora il *diachenio* (fig. 100). Nei casi in cui si hanno più acheni si parla di *poliacheni*.

Spesso gli acheni sono forniti di espansioni alari, di piume, di appendici varie, che stanno in rapporto, come vedremo più avanti, con la disseminazione; come, ad es., si ha nell'Olmo (*samara*) (fig. 143), nell'Acero (fig. 73), nel Tiglio (fig. 111), nel Dente di leone (fig. 82), nella Bardana (fig. 85), nel Gallo attaccavesti, ecc.

Si chiama *cariosside* un achenio che ha il pericarpo saldato col seme, come è, ad es., il chicco del Frumento.

Frutti carnosi. – La **drupa** (fig. 74), di cui possiamo prendere come esempio la ciliegia, è un frutto car-

Fig. 75 – Lampone (*Rubus Idaeus*).

1) ramo con fiori e frutti - 2) fiore (sezione longitudinale) - 3) frutto (sincarpo) - 4) una drupa.

noso col pericarpo distinto in tre parti: *esocarpo*, più esterno, sottile e membranoso (la buccia); *mesocarpo*, in mezzo, carnoso (la polpa); *endocarpo*, interno, legnoso (il nocciolo). Talvolta parecchie drupe possono riunirsi assieme a formare una specie di frutto composto (*sincarpo*), es.: Mora di siepe, Lampone (fig. 75).

La **bacca** ha esocarpo sottile e membranoso e mesocarpo ed endocarpo fusi insieme e carnosi (es. Uva).

Altri tipi di frutti carnosi indeiscenti sono: il *peponide* (es. Melone),

Fig. 77 - Pine di Abete bianco (*fot. Brunner*).

Fig. 76 - Melo (*Pirus Malus*).
1) ramo in fiore - 2) fiore (sezione longitudinale) - 3) ovario (sezione trasversa) - 4) frutto.

simile alla bacca, ma con esocarpo coriaceo o legnoso; l'*esperidio* (fig. 113) (Arancia, Limone) con esocarpo e mesocarpo fusi insieme e carnosi (la buccia), l'endocarpo membranoso e diviso in logge (spicchi) piene di peli ingrossati e trasformati in serbatoi di succhi acidi o zuccherini, fra i quali stanno racchiusi i semi. Rari sono i casi di frutti carnosi propriamente deiscenti (Balsamina e Begliuomini).

Frutti speciali sono, ad es., la mela, la pera. Alla formazione del frutto della mela concorre infatti in larga misura il ricettacolo, che è divenuto carnoso (polpa) e delimi-

tante internamente cinque logge a parete corneificata, entro le quali stanno i semi, mentre i sepali permangono secchi su in alto, dalla parte opposta del gambo, che era l'antico pedicello del fiore (fig. 76).

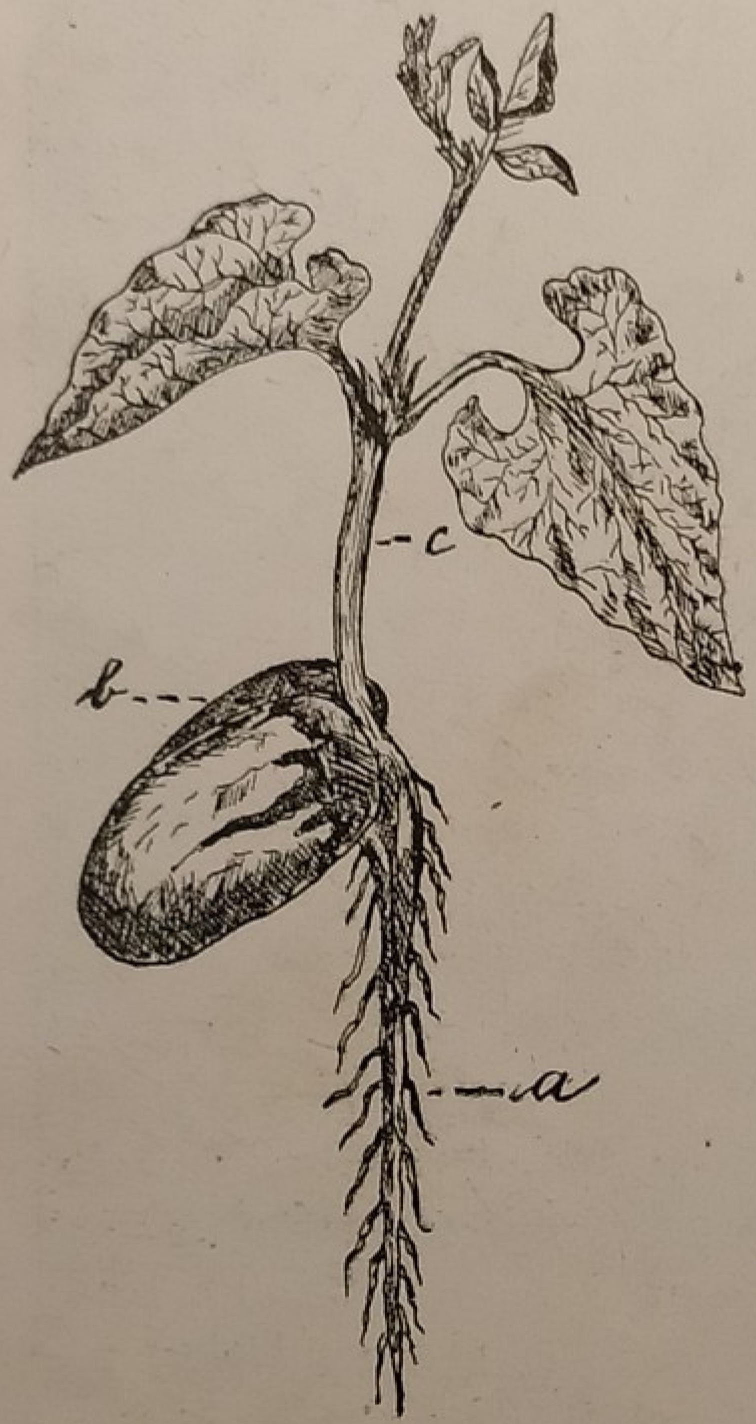


Fig. 78 – Pianta di Fagiuolo in germogliazione.

a) radichetta - *b*) cotiledoni - *c*) fusticino con le prime foglie.

Anche nella Fragola è il ricettacolo che forma la parte carnosa; ma esso racchiude i veri frutti, che non sono che piccoli achenietti (i *semini*, come si dice comunemente) (fig. 107).

Nel Gelso sono i calici di molti fiori riuniti a capolino, che sono divenuti carnosi e che circondano ognuno dei piccoli achenietti, onde ne risulta un frutto speciale detto *sorosio* (fig. 142).

Nel Fico il ricettacolo carnoso ha la forma di una pera e racchiude nella sua cavità dei piccoli achenietti misti a una polpa formata dagli avanzi dei fiori che prima occupavano l'interno della infiorescenza. Tale frutto speciale o falso frutto dicesi *sicono* (fig. 141).

Antocarpi. – Nei Pini, Abeti e altre Conifere si formano dei falsi frutti detti *antocarpi* per il fatto che gli ovuli non sono racchiusi in un ovario, e mentre essi si trasformano in semi, le brattee fiorali si trasformano anch'esse, divenendo squame lignificate e formanti un *cono* o *strobilo* (pina) (fig. 77) o un *galbulo*, tondeggiante, come nel Cipresso (fig. 178).

Nel Ginepro le squame rimangono carnose e simulano così una bacca (fig. 180).

Il seme. – Il seme risulta costituito dall'*embrione*, dall'*albume*, dai *tegumenti* formanti il *guscio* (o *spermoderma*). Nell' embrione si distingue un *fusticino*, terminante con una *gemmula* o *piumetta*, una *radichetta* e una speciale foglia unita a guisa di appendice all'embrione: il *cotiledone* (fig. 78). In alcune piante vi sono due di questi cotiledoni; onde la distinzione in piante *Monocotiledoni* e *Dicotiledoni*. Ora che cosa sono e a che servono questi cotiledoni? Servono ad assorbire il contenuto nutritizio dell' albume per passarlo poi all'embrione: ma mentre questo assorbimento in alcune piante avviene prima che si inizi lo sviluppo dell'embrione, cosicchè i cotiledoni si ingrossano molto e l' albume sparisce (es. Fagiuolo), in altre piante ciò avviene quando l' embrione inizia il suo sviluppo, e allora il cotiledone rimane sottile e nel seme troviamo ancora l'albume (es. Grano).

I semi con albume si trovano in tutte le Monocotiledoni e in parecchie Dicotiledoni; i semi senza albume nelle rimanenti Dicotiledoni.

LA CLASSIFICAZIONE DELLE PIANTE

Analogamente a quanto si è fatto per gli animali, le piante vennero dai botanici ordinate in *gruppi* che, a cominciare dai più semplici, quali sono quelli dati dagli individui appartenenti alla medesima *specie*, vanno via via diventando più vasti e comprensivi, fino ad abbracciare nel loro insieme tutto il *Regno vegetale*. Tali gruppi sono: la *Specie*; il *Genere*; la *Famiglia*; l'*Ordine*; la *Classe*; il *Tipo*; il *Sottoregno*. Naturalmente si possono avere anche ulteriori suddivisioni come: *Sottotipi*, *Sottoclassi*, *Sottordini*, *Coorti*, *Varietà* o *Razze*.

L'*unità sistematica* è la *Specie* della quale diamo una definizione in via provvisoria: « *Si intende per specie l'insieme di tutti gli individui fra loro somiglianti per alcuni caratteri essenziali e capaci di generare prole feconda* ».

La specie si indica, secondo quanto fu stabilito dal naturalista LINNEO (1707-1778), usando la lingua latina e con due nomi (*nomenclatura binomia*) di cui il primo indica il *genere* e il secondo lo *specifica*. Così per indicare, ad es., il *Pero* si dirà: *Pirus communis*; per indicare il *Melo*, si dirà: *Pirus malus*. Il *genere Pirus* è quindi comune alle due *specie*: *communis* e *malus*.

Diamo qui un quadro schematico generale della classificazione dei vegetali dal quale risulta anche come la specie, ad es., *Pirus communis* rientri nell'ordinamento complessivo. Nella descrizione delle singole Famiglie seguiremo un ordine discendente, e ciò per ragioni pratiche, come pure, per le stesse ragioni, tralascieremo di dare i caratteri generali degli Ordini ai quali le singole Famiglie appartengono.

REGNO VEGETALE

Sottoregno	Tipo	Sottotipo	Classe	Sottoclasse	Ordine	Famiglia	Genere	Specie
Tallofite	Crittogame	Schizofite						
		Alghe						
		Funghi						
		Licheni						
		Archegoniate	Briofite	Muschi				
				Epatiche				
Cormofite	Crittogame Vascolari	Archegoniate	Pteridofite	Filicinee				
				Equisetinee				
				Licopodinee				
	Fanerogame	Gimnosperme		Cicadee				
				Gnetacee				
				Conifere				
		Angiosperme	Monocotiledoni					
			Dicotiledoni	Coripetale (Monoclamidee e Dialipetale)	Rosiflore	Rosacee	Pirus	communis
				Simpetale				

SOTTOREGNO: CORMOFITE

TIPO: FANEROGAME

Si chiamano **Fanerogame** (da *phaneros* = manifesto, palese, e *gamos* = nozze) le piante che hanno *fiori* nel senso che in questi gli organi riproduttori sono costituiti dai granuli di *polline* e dagli *ovuli*. Hanno inoltre radice, fusto e foglie, frutti e semi. Le Fanerogame si suddividono in due grandi gruppi: quello delle *Angiosperme* e quello delle *Gimnosperme*. Le Angiosperme (da *angios* = vaso, cavità; e *sperma* = seme, ovulo) hanno l'ovulo protetto entro un ovario con formazione quindi del pistillo. Inoltre il polline è racchiuso nell'antera che fa parte dello *stame*. Le Gimnosperme (da *gymnos* = nudo e *sperma* = ovulo) hanno i granelli di polline contenuti entro sacchi o fossette portate da foglie squamiformi riunite in amenti, e gli ovuli portati pure da foglie speciali (brattee fiorali) e liberi, non racchiusi cioè in un ovario; quindi i semi che si sviluppano da essi sono nudi.

Fig 79 – Margheritina (*Bellis perennis* L.).

Le Angiosperme si suddividono poi nelle due classi delle *Monocotiledoni* e delle *Dicotiledoni*, a seconda che posseggono nell'embrione un solo *cotiledone* o due, e per altri caratteri di cui diremo.

Sottotipo: Fanerogame Angiosperme.

CLASSE: DICOTILEDONI

Caratteri principali di questo gruppo sono: foglie penninervie o palminervie, semplici o composte; fiore spesso pentamero ossia formato da calice di cinque sepali e corolla di cinque petali; embrione con due cotiledoni (¹).

Le Dicotiledoni si distinguono in **Simpetale** o **Gamopetale** (ossia coi petali saldati insieme fra loro) e **Coripetale** comprendenti le *Dialipetale* (a petali disgiunti) e le *Monoclamidee* (una sola veste) con fiori cioè in generale costituiti da un *perigonio*.

(¹) Quanto ai caratteri che si riferiscono alla struttura interna (fasci fibrovascolari aperti, zona di cambio interposta fra il legno e il libro) ne parleremo nella seconda parte del testo.

Sottoclasse: Simpetale.

Famiglia: Composte.

Margheritina o **Pratolina** (*Bellis perennis*) (fig. 79). – Questa pianta, comune nei prati e fra le erbe, si distingue per un fusto assai corto che porta in basso le radici, e in alto, quasi rasente a terra, alcune foglie disposte in modo da formare come una specie di *rosetta*. Le foglie sono un po' larghe e rotonde in cima (foglie *a spatola*).

In cima ad un peduncolo sta ciò che si chiama comunemente il *fiore*, ma che in realtà è un insieme di fiori, ossia una *infiorescenza*.

Detta infiorescenza è a *capolino*, ossia i fiori stanno inseriti sulla parte slargata e conica del peduncolo (ricettacolo), e, come quelli della Margherita maggiore (fig. 80) (e di molte altre Composte), sono piccoli, sessili, e di due forme. Quelli *interni*, gialli, hanno la corolla fatta a tubo, e portano stami e pistilli (*fiori fertili*). Le antere degli stami si saldano fra loro, e costituiscono anch'essi come un tubo attraverso cui passa lo stilo del pistillo che è diviso in due lobi (*stimma bilobo*). I fiori *esterni* sono bianchi, e hanno la corolla fatta a *linguetta*. Essi sono soltanto *pistilliferi*, mancano cioè dell'androceo (*fiori sterili*). I primi producono frutti secchi, indeiscenti, ossia piccoli *acheni*. I secondi hanno soltanto una funzione *vessillifera*, ossia servono a richiamare gli insetti per l'impollinazione.

Fig. 80 – Margheritona (*Chrysanthemum Leucanthemum*).

1) pianta fiorita - 2) fiore del raggio - 3) fiore del disco in spaccato longitudinale - 4) Achenio.

La Margheritina è una pianta perenne che fiorisce quasi tutto l'anno.

Altre Composte sono la **Margherita maggiore** (*Chrysanthemum Leucanthemum* e *C. Segetum*) (figg. 80, 81); il **Fiordaliso** (*Centaurea Cyanus*) comune nei campi fra il Grano, con fiori di un bel celeste carico: il **Dente di Leone** o **Soffione** (*Taraxacum Dens Leonis*) (fig. 82) comunissimo, con fiori gialli e frutti setolosi sferici; il **Carciofo** (*Cynara*

Fig 81 - Fiori di *Chrysanthemum* (Del Bruno).

scolymus) di cui si mangiano i capolini quando sono molto giovani e prima che si siano sviluppati i fiori (fig. 83); la **Cicoria** o **Radicchio** di cui si mangiano le foglie in insalata; il **Cardo rosso**; la **Carlina** (*Carlina acaulis*) (fig. 84) dei pascoli montani; l'**Edelweiss** (*Leontopodium alpinum*) (fig. 242) il popolare fiore delle Alpi; il **Girasole**; l'**Arnica** (fig. 22); la **Camomilla**; la **Bardana** o **Lappa** (fig. 85) il cui frutto ha un involucro di brattee terminate in punta spinosa, fatta ad uncino, per cui facilmente si attacca alle vesti e al corpo degli animali favorendo la disseminazione, e molte altre ancora. Crisantemi - Stella alpina

Fig. 82 - Dente di leone (*Taraxacum dens leonis*).

Famiglia: Cucurbitacee.

Zucca (*Cucurbita pepo*). - Pianta annua, erbacea, con fusto strisciante, monoica. Gli stami dei fiori maschili hanno i filamenti in parte saldati fra loro. I fiori femminili hanno un ovario con tre stili e tre stimmi (fig. 86). L'impollinazione è entomofila. Il frutto contiene numerosi semi piatti. Comunemente coltivata.

Altre piante appartenenti a questa famiglia sono: il **Cetriolo**, il **Melone** (fig. 87), il **Cocomero**, la **Bryonia dioica**, pianta comune nelle siepi (fig. 88).

Famiglia: Caprifogliaceae.

Caprifoglio (*Lonicera Caprifolium*) (fig. 89). – È un frutice rampicante con foglie opposte, delle quali le superiori sono congiunte per la base simulando una foglia sola. I fiori bianco-rosati posti all'estremità dei rami hanno un piccolo calice e una corolla irregolare a 2 labbra con 5 stami sporgenti in fuori insieme con lo stilo. Il frutto è una bacca rosso-aranciata.

Comune nei boschi e fra le siepi. Verso sera manda un intenso profumo che serve di richiamo agli insetti pronubi (farfalle crepuscolari).

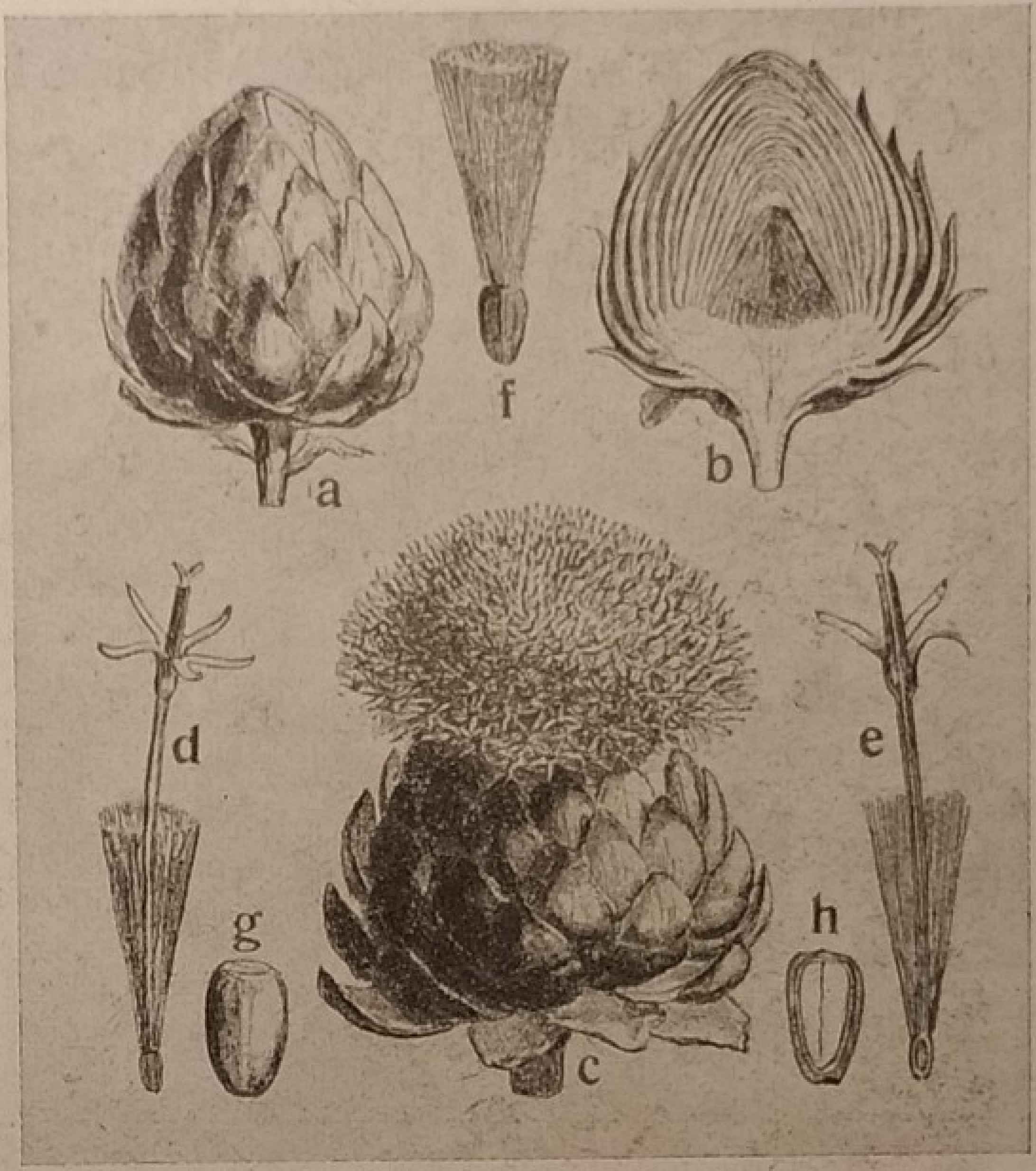


Fig. 83 – Carciofo (*Cynara scolymus*) (da *Baillon*).

a) capolino in boccio - *b*) lo stesso in sezione longitudinale - *c*) capolino sbocciato - *d*) fiore - *e*) lo stesso in sezione longitudinale - *f*) frutto col pappo - *g*) frutto senza pappo - *h*) lo stesso in sezione longitudinale.

Famiglia: Scrofulariacee.

Bocca di Leone (*Antirrhinum maius*) (fig. 90). – Questa pianta, comunemente coltivata nei giardini, ha fiori grandi in grappoli terminali con corolla lunga, il cui labbro inferiore, rigonfiato nel mezzo, ne chiude la bocca. Vi sono 4 stami, di cui due più lunghi. Gli insetti pronubi che visitano il fiore devono quindi forzare la bocca per aprirla e succhiare il nettare che trovasi entro il tubo corollino.

Appartiene a questa famiglia anche la **Digitale** dai fiori purpurei. È pianta molto velenosa (fig. 91).

Fig. 84 – *Carlina acaulis*.

Famiglia: Solanacee.

Patata (*Solanum tuberosum*) (fig. 32). – È una pianta che ha stoloni sotterranei con tuberi di varia grandezza (le comuni *patate*). Le foglie sono pennatesezionate con lobi grandi e piccoli. I fiori, portati in corimbi, hanno un calice diviso in 5 lobi, corolla rotata, 5 stami con antere gialle

Fig. 85 – Bardana (*Lappa maior*).

unite a cono e ovario supero. Il frutto è una bacca polposa, verde, con molti semi.

Le parti della pianta sono velenose per la presenza di una sostanza detta *solanina*.

Altre Solanacee sono il **Pomodoro** (fig. 92), pure oriundo d'America; il **Peperone** e la **Melanzana** usate a scopo commestibile. Una pianta che cresce spontanea nelle siepi è il **Solanum dulcamara**. Importante molto è il **Tabacco** (*Nicotiana Tabacum*), oriundo d'America (seconda metà del sec. XVI), coltivato anche in Italia (fig. 93); la **Belladonna**, contenente l'*atropina*, velenosissima.

Lo **Stramonio** (*Datura Stramonium*), spontaneo nei luoghi incolti e utilizzato in terapia contro l'asma per l'alcaloide in esso contenuto: la *daturina* assai affine all'atropina (fig. 68). Il frutto è una cassula deiscente in 4 valve.

La Patata è una pianta originaria dell'America meridionale. Fu portata in Europa nella seconda metà del secolo XVI dagli Spagnuoli e dagli Inglesi; ma soltanto due secoli dopo ebbe inizio la sua coltivazione, che si estese talmente da divenire quasi il principale prodotto di alimentazione per i popoli delle regioni specialmente settentrionali (Germania, Francia, Inghilterra).

Della pianta si utilizzano i *tuberi*, che servono non soltanto a dare *fecola*, ma anche a preparare *destrina* e a fabbricare *glucosio* e *alcool*.

Patata, Pomodoro e altri ortaggi vengono coltivati dagli agricoltori facendo largo uso di concimi naturali e di abbondanti irrigazioni secondo le norme suggerite dalla lunga consuetudine e dai bisogni del mercato interno. Ma oggi la progredita tecnica agraria, e una più vasta comprensione dei problemi inerenti alla orticoltura, hanno fatto sì che si sia cercato di dare un grande sviluppo alle così dette *primizie*, le quali, arrivando in tempo opportuno sui mercati esteri, possono essere vendute a prezzi altissimi con grande vantaggio del produttore non solo, ma anche della economia nazionale. Così le patate siciliane possono essere inviate ai primi di aprile nei Paesi del Nord allorchè sono finite le for-

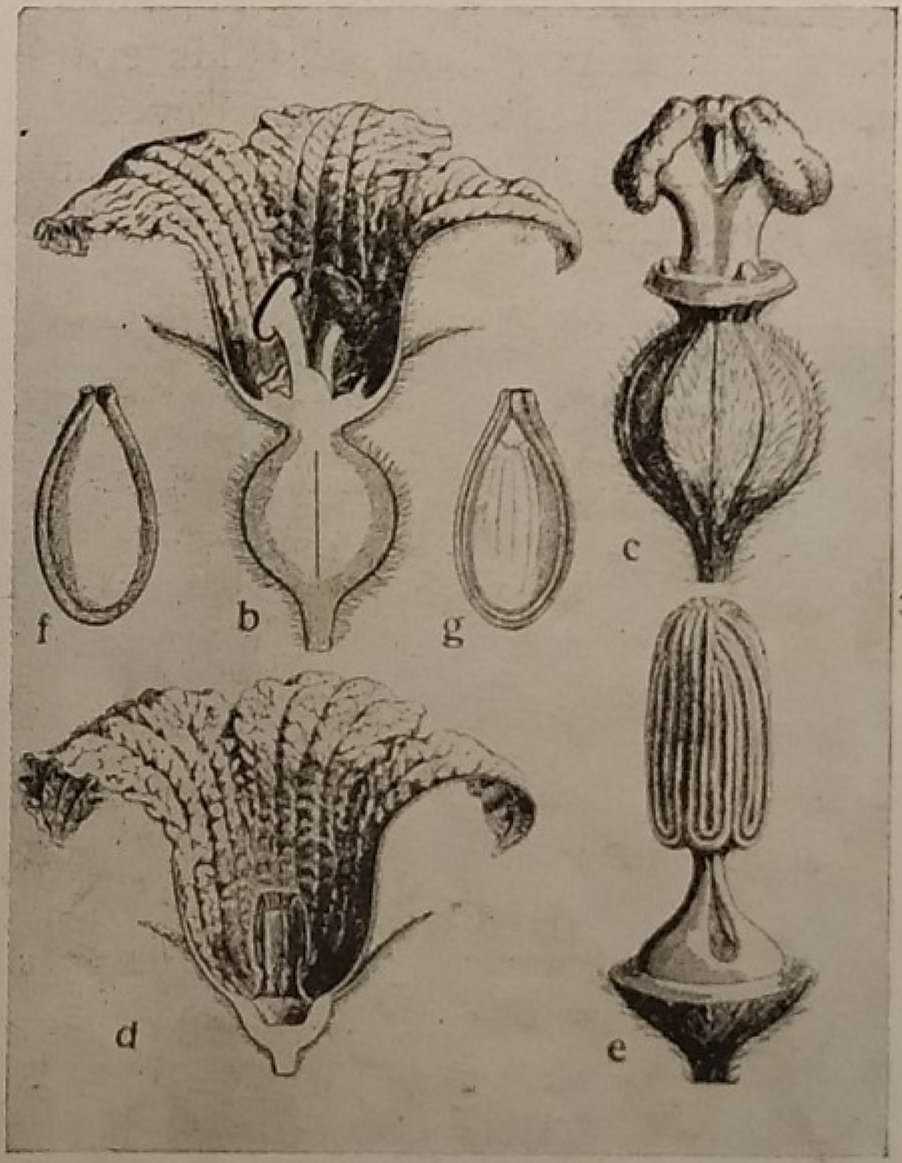


Fig. 86 – Zucca (*Cucurbita pepo*) (da Baillon).
b) fiore femminile (sez. longitudinale) - *c*) fiore senza perianzio - *d*) fiore maschile (sezione longitudinale) - *e*) fiore senza perianzio - *f*) seme - *g*) seme in sezione longitudinale.

Fig. 87 - Popone o Melone Cantalupo (*Cucumis Melo* var. *Cantalupo*).

Fig. 88 - *Bryonia dioica.*

Fig. 89 - Caprifoglio (*Lonicera caprifolium*).

niture di Malta e dell'Algeria, e non sono ancora pronte quelle della Spagna. In Sicilia si possono pure produrre in tempo utile pomodori e piselli freschi (questi maturano ai primi di febbraio); in Liguria, sulla Riviera, asparagi e carciofi. Un po' approfittando del clima caldo, un po' forzando le colture in serre riscaldate o su *letti caldi* (che si fanno

Fig. 91 - Digitale (*Digitalis purpurea*).

1) infiorescenza e foglia - 2) parte inferiore della corolla con gli stami e il pistillo - 3) cassula deiscente - 4) semi (ingranditi) - 5) fiore.

Fig. 90 - Bocca di leone (*Antirrhinum maius*).

appoggiando dei cassoni senza fondo sopra dello *stallatico* compresso), un po' scegliendo rigorosamente le varietà più adatte, si arrivano ad ottenere primizie che all'estero sono ricercate e pagate profumatamente.

È oggetto poi di un'industria fiorentissima in Italia la fabbricazione degli *erbaggi conservati* per l'esportazione, affinchè possano essere consumati a distanza di tempo. I mezzi di conservazione sono diversi (essiccazione, sterilizzazione, sbollentatura, immersione in acqua salata). Specialmente nelle provincie di Napoli e Parma questa industria è fiorente, e largo ne è il commercio.

Quello che si è detto per gli ortaggi vale in gran parte anche per le *frutta* o *fresche* o *secche* o in *conserva* o *sciroppate*.

La propaganda fatta dai pionieri del nostro rinnovamento agricolo, fra i quali mi

piace ricordare l'on. MARESCALCHI, ha fatto sì che la frutticoltura in Italia abbia fatto grandi progressi; nella Romagna, nel Bolognese, in Toscana e nel Salernitano frutteti meravigliosi sono stati impiantati, con peschi, susini, peri, meli, ciliegi, i quali sono capaci di dare prodotti che nulla hanno da invidiare a quelli esteri, specie della tanto vantata California (fig. 94).

L'Italia, che per la sua posizione geografica può godere dei benefici del clima mediterraneo, può fare ancora in questo campo molti passi avanti organizzando sempre più questa industria fino al punto da emanciparsi totalmente da qualsiasi importazione.

Fig. 92 – Pomodoro (*Solanum Lycopersicum*).

Tabacco. – Commercialmente si dà il nome di tabacco alle foglie di alcune *Nicoziane* (*Nicotiana tabacum*, *rustica*, *chinensis*, ecc.), piante annuali, erbacee, leggermente lignificate alla base, indigene dell'America del Sud (isola *Tobago* delle Antille) e oggi coltivate un po' da per tutto. Le foglie sono alterne, semplici, con superficie vischiosa; i fiori hanno corolla imbutiforme, gamopetala, di color roseo o giallo, riuniti in una infiorescenza terminale.

Questa pianta fu importata nella Spagna verso il 1550 dal naturalista FRANCESCO HERNANDER e prese il nome da GIOVANNI NICOT, segretario del Re Francesco II di Francia, che fece iniziare in Francia le prime coltivazioni.

Fig. 93 – Coltivazione di piante di tabacco.

La regina Caterina dei Medici favorì grandemente lo sviluppo di queste colture (onde il nome di « *Erba della Regina* ») a scopo terapeutico contro le ribelli cefalee (di cui era affetto il figlio). Il *tabacco da naso* fu presto sostituito dal *tabacco da fumo*. Questo uso, dapprima ostacolato fortemente dai varî Governi di Europa, si generalizzò poi tanto da divenire per la maggioranza quasi una necessità di vita.

Per potere utilizzare le foglie occorre fare subire ad esse diversi trattamenti che si dicono: *cura*, *fermentazione* e *stagionatura*. La *cura* consiste nel fare essiccare al sole, o in essiccatoi, le foglie in modo che perdano gradatamente la loro attività vitale e si alterino chimicamente, con sviluppo dell'aroma. La

fermentazione, che si ottiene ammassando le foglie curate, inumidite o no, ha per iscopo di attenuare l'aroma, sviluppare il profumo, e fare acquistare alle foglie proprietà speciali di colore, di combustilità, ecc.

Così i tabacchi destinati a fare *trinciati* e *sigari forti* si ottengono con la fermentazione in grandi masse e umide. La *stagionatura* consiste nel prosciugamento e conservazione, affinchè il tabacco possa essere poi definitivamente preparato e confezionato.

Fig. 94 – Un pesco razionalmente coltivato.

Le foglie del Tabacco contengono diverse sostanze, fra le quali la *nicotina*, che è un potente veleno. Si è molto discusso sui danni prodotti nell'organismo dall'uso del tabacco. È certo che esso è molto dannoso ai fanciulli e ai giovinetti fino al 17°-18° anno di età. Negli adulti l'uso moderato sembra non rechi danno.

Famiglia: Labiate.

La Salvia (*Salvia pratensis*) (fig. 95). – La Salvia ha radice a fittone, fusto quadrangolare, foglie consistenti, rugose, opposte, quasi sessili.

I fiori, brevemente pedicellati, sono aggruppati a due o tre all'ascella di *brattee* opposte. Il calice è gamosepalo. La corolla gamopetala, violacea, col labbro superiore schiacciato ai lati, e l'inferiore diviso in tre lobi, dei quali il mediano più grande. Gli stami fertili sono due, racchiusi nel labbro superiore, e l'antera ha il connettivo sviluppato in corpo filiforme, incurvato, e inserito sul filamento a guisa di *leva* coi due bracci disuguali. Altri due stami rudimentali si trovano nella parte superiore del tubo della corolla. Entro il labbro superiore sta racchiuso lo stilo del pistillo che termina con stimma bifido. L'impollinazione avviene per mezzo degli insetti, i quali,

posandosi sul fiore per succhiare il nettare che si trova in fondo al tubo corollino, urtano col capo contro il braccio più corto degli stami in modo da far abbassare il braccio più lungo e far cadere dalle antere il polline sul loro dorso. Così essi trasportano il polline da un fiore ad un altro. Infatti il fiore che è destinato a ricevere il polline ha lo stilo del pistillo assai lungo e sporgente con lo stigma fuori del labbro superiore sull' imboccatura del fiore; cosicchè l'insetto è costretto questa volta a toccare lo stigma col dorso e il polline vi rimane perciò aderente. Si noti che l' allungamento del pistillo avviene dopo che le antere si sono svuotate del loro polline.

Il frutto è un achenio.

La Salvia è pianta comune nei prati.

Fig. 95 – *Salvia pratensis.*

1) apice del fusto fiorito e foglia - 2) fiore in sezione longitudinale - 3) lo stesso: un pecchione riceve il polline sul dorso - 4) il polline viene depositato sullo stimma - 5) stame eretto - 6) stame curvato, emettendo il polline - 7) pistillo - 8) acheni nel calice.

Altre Labiate. – Il **Rosmarino** è un frutice ramoso con foglie piccole, lineari, coriacee, verde cupo di sopra, biancastre di sotto.

La **Milzadella** (*Lamium maculatum*) ha fiori con corolla rosea e 4 stami, dei quali i due di mezzo più corti. Corolla porporina hanno i fiori dello *Stachys palustris* (fig. 48).

La **Menta** dà la nota essenza usata per liquori e pastiglie. Il **Timo** ha fiori piccoli rosei odorosi aromatici. La **Lavanda** o **Spigonardo** è usato per profumare la biancheria. La **Cedronella**, il **Basilico** sono pure note piante aromatiche.

Famiglia: Convolvulacee.

Convolvolo dei campi (*Convolvulus arvensis*). – Ha foglie sparse, saettiformi, portate da un fusto volubile. Il fiore ha corolla a forma di imbuto che si chiude di notte o col cattivo tempo. Ha 5 stami, uno stilo con 2 stimmi e ovario supero. Comunissimo nei campi e negli orti. Si coltivano nei giardini le **Ipomoea** dette comunemente *campanelle* o *convolvoli* (fig. 96).

A questa famiglia appartiene pure una pianta parassita: la **Cuscuta**, con fusto sottile privo di foglie, e fiori piccoli in fascetti (fig. 327), della quale parleremo ancora.

Fig. 96 – Ipomea.

Famiglia: **Oleacee.**

Ulivo (*Olea europaea*) (fig. 97). – È un albero sempre verde con foglie opposte, lanceolate, consistenti, verdi di sopra, biancastre di sotto. Il fiore è piccolo, bianco, con due stami nella corolla che è ruotata e un pistillo con 2 stigmi. Il frutto è una drupa ovale nera.

L' Ulivo è largamente coltivato per estrarre l'olio dai frutti. A questa famiglia appartiene anche una nota pianta di ornamento dei giardini: il **Lilla** (*Syringa vulgaris*).

L'Ulivo, « l'albero di Minerva », è pianta caratteristica della flora mediterranea. In Italia si coltiva specialmente in Toscana e nelle regioni meridionali, in Sicilia e in Sardegna; ma fertili uliveti esistono anche in Liguria, nell'Istria, dove cresce sulle colline calcaree e ben soleggiate degradanti verso l'Adriatico; forma delle specie di oasi nella pianura Padana, sui colli Euganei e sui colli Berici, spingendosi fin nella conca del Lago di Garda dove l'esposizione è riparata e agisce l'azione temperante della massa d'acqua del lago. Venuto probabilmente dall'Oriente, l'Ulivo ha trovato in Italia così favorevoli condizioni ambientali che oggi nella produzione dell'olio d'oliva l'Italia occupa il primo posto in Europa e gareggia con la Spagna. L'Ulivo quasi si direbbe rappresentare il simbolo della nostra razza, perchè, come dice il TALLARICO, « di nostra gente esso ha tutte le virtù: la parsimonia, la prolificità, l'equilibrio, la capacità di ricupero, la diversità individuale, la fierezza del carattere e le aspirazioni spirituali ». Infatti l'Ulivo ha bisogno di poca acqua e di poco nutrimento per costruire le sue fibre, purchè non gli manchi il caldo sole mediterraneo; l'Ulivo è prolifico perchè ogni anno un uliveto in fiore è « un mare genetico e la festa nuziale è tanta che tutta la piana ne rimane imbiancata come in un plenilunio »; l'Ulivo è sapiente, prudente e paziente perchè non fiorisce subito come fa il mandorlo, ad es., ai primi tepori della primavera con rischio di perdere tutti i fiori alle prime brinate, ma aspetta la primavera inoltrata per aprirsi in boccio con tranquillità serena: l'Ulivo offeso dalla violenza degli uomini o stroncato dalla bufera, fa rispuntare dal suo piede i nuovi virgulti con vitalità inesauribile; l'Ulivo ha una propria personalità che si manifesta nel suo portamento contorto, quasi tormentato, nella ricerca della luce e dell'aria; ma, per contrasto, il verde della sua foglia inspira un senso di pace tale da essere assunto nel mondo cristiano come simbolo di questa. L'Ulivo è pianta longeva e

secolare ed esistono ancora sul monte Oliveto, presso Gerusalemme, grandi Ulivi presso i quali la tradizione vuole che Gesù Cristo fosse solito a intrattenersi.

L'olio, che nei tempi più antichi si usava nei sacrifizi, per ardere nelle lampade, per ungere i capelli e le membra, oggi si adopera come commestibile e per fabbricare saponi. Il legno duro serve per lavori da tornio e per la fabbricazione di oggetti d'arte (lavori di Sorrento). Purtroppo l'Ulivo è danneggiato da varî nemici, fra i quali la *Mosca olearia* (*Dacus oleae*), che oggi però si combatte efficacemente col metodo Berlese. Sotto l'impulso del Governo Nazionale l'olivicoltura va facendosi sempre più estesa ed evoluta.

Fig. 97 – Ulivo (*Olea europaea*).

1) ramo in fiore - 2) fiore - 3) pistillo col calice - 4) ovario (sezione trasversa) - 5) frutti - 6) drupa in sezione.

Fig. 98 – Primula o primavera (*Primula acaulis*).

1) pianta in fiore - 2) spaccato longitudinale del fiore longistilo - 3) brevistilo - 4) calice e cassula in spaccato - 5) ombrella fiorifera della *Primula officinalis*.

Famiglia: Primulacee.

Primula (*Primula acaulis*) (fig. 98). – Ha un rizoma obliquo, una rosetta di foglie rugose dal cui mezzo s'innalzano pedicelli che reggono un fiore con calice gamosepalo e corolla gamopetala fatta a tubo. Vi sono però due specie di fiori, gli uni che hanno lo stilo del pistillo molto lungo e che arriva fino all'imboccatura del tubo corollino e gli stami corti situati più in basso (*fiori longistili*); gli altri che hanno lo stilo corto e gli stami situati in alto (*fiori brevistili*). Questa disposizione è favorevole alla fecondazione incro-

ciata. Infatti allorchè un insetto visita, ad es., un fiore a stilo breve, con la testa tocca le antere che si trovano alla sommità del tubo corollino e si cosparge il capo di polline. Allorchè passa a visitare invece un fiore a stilo lungo, il polline rimane aderente allo stimma del pistillo, poichè questo è posto all'imboccatura del tubo corollino. Però in questo caso l'insetto, introducendo la proboscide entro il tubo corollino per succhiare il nettare, tocca con essa gli stami che si trovano a metà del tubo corollino e raccoglie

Fig. 99 - Pianta di caffè con fiori e frutti.

sulla proboscide il polline; passando quindi ad un fiore brevistilo, con la proboscide tocca lo stimma, e il polline proveniente dal fiore longistilo vi rimarrà aderente. La pianta è comune nei luoghi umidi e ombrosi.

Alla famiglia delle Primulacee appartiene anche il **Ciclamino.**

Famiglia: Rubiacee.

Caffè (*Coffea arabica*) (fig. 99). – Questo frutice sempreverde, originario dall'Abissinia, ha circa tre metri di altezza. I rami portano foglie opposte, ovate, verde scuro di sopra e pallido di sotto. I fiori sono ascellari, bianchi, odorosi, riuniti in grappoli. La corolla è imbutiforme con 5 lobi lanceolati, alternanti con i cinque lobi dei sepali; cinque stami e ovario infero. Il frutto è una bacca scarlatta della grossezza di una ciliegia, contenente due semi di consistenza coriacea, convessi da un lato, dall'altro appiattiti con un solco nel mezzo (chicchi o grani di caffè).

La forma e la grossezza dei grani o chicchi variano con la specie; nel Moka (dell'Arabia) il grano è globulare perchè uno dei semi abortisce; in certe varietà del Brasile si ha pure una forma rotondeggiante a causa dell'incompleto sviluppo del seme.

La raccolta del caffè si fa a frutto maturo, quando i semi cadono da sè, o quando è

ancora immaturo, nel qual caso si lascia essiccare affinchè i semi escano liberamente, o si toglie ad esso la polpa con macchine dette *spolpatrici*.

La pianta richiede, per vegetare, una temperatura fra i 15° e i 25°, clima e terreno umido, riparato dal vento. Essa è estesamente coltivata quindi in tutti i paesi compresi fra i tropici: Africa, Arabia, India, America del Sud e Centrale, con numerose varietà: Moka, Porto Rico, Brasile, Santos, San Domingo, ecc.

Con la *torrefazione* si sviluppa un olio etereo amaro (*caffeone*) che dà il noto aroma. Il seme contiene poi varie sostanze, tra cui la *caffeina*, che ha azione eccitante.

Sottoclasse: Coripetale (1).

Dialipetale.

(Perianzio con calice e corolla distinti).

Famiglia: Ombrellifere.

Carota (*Daucus carota*) (fig. 100). – Questa pianta si coltiva negli orti per la radice gialla o aranciata, grossa e carnosa. Le foglie sono più volte pennato-sezionate, e i fiori numerosi sono disposti in infiorescenza ad ombrella composta che porta alla base un involucro di parecchie brattee. I fiori hanno un calice di 5 piccoli denti, una corolla di 5 petali bianchi cuoriformi a rovescio, 5 stami, e un pistillo con due stili e ovario infero di due carpelli. Il frutto è un diachenio.

Fig. 100 – Carota (*Daucus Carota*).

1) pianta con fiori e frutti - 2) radice - 3) fiore - 4) fiore periferico - 5) frutto - 6) achenio in sezione trasversa.

Altre Ombrellifere utilizzate a scopo alimentare sono il **Sedano** di cui si mangiano le basi delle foglie; il **Prezzemolo** usato per il suo aroma; il **Finocchio** di cui si mangiano i polloni turgidi e carnosi imbiancati sotto terra. Una pianta velenosa è la **Cicuta maggiore** (*Conium maculatum*) con fusto cilindrico, eretto, vuoto, spesso macchiato di rosso scuro nella parte inferiore. Cresce spontanea fra le macerie e nei luoghi umidi. La **Cicuta aglina** (*Aethusa cynapium*) (fig. 101) ha foglie somiglianti a quelle del Prezzemolo, ma con fiori bianchi anzichè gialli, e radice sottile anzichè carnosa. La **Cicuta vera** (*Cicuta virosa*) dei luoghi paludosi ha radice grossa, scavata e divisa in tramezzi. Queste specie sono tutte velenose.

Alle ARALIACEE appartiene l'**Edera** (*Hedera helix*), pianta rampicante per mezzo di

(1) Perianzio nullo, semplice o doppio. In quest'ultimo caso costituito da foglie libere fra loro.

Fig. 101 - Cicuta (*Aethusa cynapium*).

radici avventizie nascenti dal fusto. Ha fiori piccoli verdastri, e per frutto una piccola bacca nera. Alle MIRTACEE appartiene l'**Eucalipto** (fig. 26), albero colossale dell'Australia.

Famiglia: Papilionacee.

Il Pisello (*Pisum sativum*) (fig. 70). – È pianta annua, rampicante, con fusto angoloso. Ha foglie composte di foglioline alcune delle quali trasformate in viticci. Le stipole sono molto grandi, cuoriformi, adibite anche esse alla funzione clorofilliana. I fiori grandi, bianchi, lungamente peduncolati, sono del tipo *papilionaceo*, caratteristico della famiglia; sono cioè formati di un calice di 5 sepali, di una corolla di 5 petali distinti in uno più grande detto *vessillo* (che ha funzione attrattiva per gli insetti), in due laterali dette *ali*, e in altri due combacianti in basso e formanti la *carena*. Entro la carena stanno 10 stami di cui uno superiore libero, mentre gli altri nove sono saldati insieme per i filamenti in modo da formare un tubo entro cui sta il pistillo con lo stilo rivolto in alto. La carena premuta in basso provoca la sporgenza degli stami e lo scatto del polline. Il frutto è un baccello o legume.

La famiglia delle Papilionacee appartiene all'ordine vastissimo delle Leguminose, al quale appartengono pure: il **Fagiuolo**, pianta volubile, coltivata a scopo alimentare, sia per i semi, sia per i baccelli teneri (*fagiolini*). L'**Erba medica**, il **Trifoglio**, la **Lupinella** sono coltivate per foraggi e per arricchire il terreno di azoto, contenendo numerosi tubercoli radicali pieni di bacteri fissatori di azoto (fig. 102). A scopo alimentare servono pure il **Cece**, la **Lenticchia**, la **Fava**, l'**Arachide** dai frutti sotterranei (*noccioline americane*). Alcune Leguminose formano alberi, come la **Robinia** dalle foglie composte imparipennate e dai fiori bianchi, profumati, riuniti a grappoli; l'**Acacia** con foglie paripennate; il **Carrubo** che ha baccelli grossi carnosi usati per l'alimento dei cavalli; l'**Albero di Giuda** (*Cercis siliquastrum*) che ha fiori rossi nascenti prima delle foglie sul tronco e sui rami; il **Glicine**, dai bei fiori azzurri, usato a scopo ornamentale, come il **Citiso** (fig. 103); la **Mimosa** nota per la sua sensibilità.

Fig. 102 - Tubercoli radicali sulle radici del *Pisum sativum*.

Piante dei luoghi aridi sono la **Ginestra** che ha grandi fiori giallo cromo, bacche deiscenti a scatto, a maturità, in modo da lanciare lontano i semi, e diverse specie di **Lathyrus** (fig. 104). Altre Leguminose utilizzate in medicina sono la **Liquirizia**, la

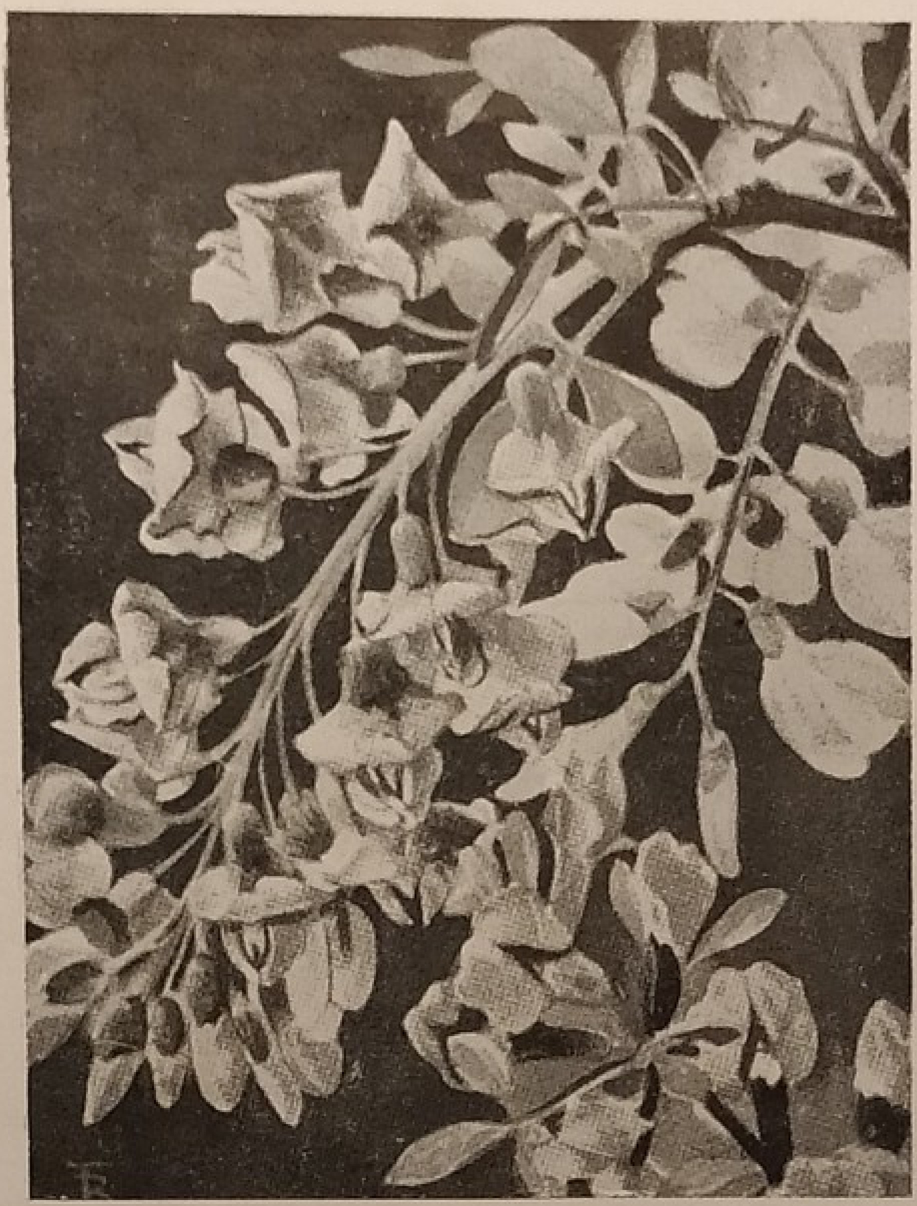


Fig. 103 – Citiso (*Cytisus Adami*).

Fig 104 – *Lathyrus tuberosus s.*

Senna, il **Tamarindo** originario dell'India. Altre infine danno sostanze coloranti come l'*indaco*, che si ricava dal genere **Indigofera** dell'Asia, dell'Africa e dell'America; il *campeggio* estratto dall'**Haematoxylon** originario del Messico; sostanze resinose come la *coppale* usata a preparare vernici, ed estratta da Leguminose arboree della Guinea, Zanzibar, America tropicale.

Famiglia: Rosacee.

La Rosa di macchia (*Rosa canina*) (fig. 105). – È un frutice con rami provvisti di aculei.

Foglie composte, impari-pennate, ovali od ellittiche, e seghettate. Congiunte col picciuolo si trovano due foglioline strette allungate (*stipole*). I fiori sono solitari, o in corimbi grandi odorosi. Il talamo è concavo. Il calice ha 5 sepali, dei quali due, quando il fiore è in boccio, coprono gli altri, e sono divisi in *lacinie*.

I petali sono cinque, color rosa carico o pallido.

Molti stami e pistilli inseriti sulla coppa del talamo con ovario supero; stili liberi e villosi e con stimmi slargati.

Fruttificando, i sepali disseccano; il talamo si ingrossa, si fa carnoso e rosso; gli ovari si trasformano in acheni circondati da peli rigidi.

La Rosa canina è comune nelle siepi e nei luoghi selvatici. Nei giardini si coltivano le rose a *fiore doppio*, perchè gli stami e talora i pistilli si trasformano in petali. Si riproducono per *talea* o per *margotta*.

Appartengono inoltre a questa famiglia i nostri comuni *alberi da frutta* (**Pero**, **Melo**, **Pesco**, **Ciliegio**, **Susino**, **Mandorlo**, **Nespolo**, **Cotogno**, ecc.) (fig. 106) che formano oggetto

Fig. 105 – Rosa di macchia (*Rosa canina*).
1) ramo fiorito - 2) fiore in sezione longitud. - 3) pistillo - 4) frutti (sincarpi) - 5) frutto sezionato - 6) achenio.

di vasta e intensa coltivazione oggi compiuta con metodi razionali e scientifici. Le varietà coltivate si moltiplicano per *innesto*, o per *polloni*, o per *semi*.

Inoltre ricordiamo la **Fragola** (fig. 107) dai piccoli acheni contenuti nel talamo fattosi carnoso; il **Lampone** (fig. 75) pianta dei boschi di montagna; il **Rovo** di cui si mangiano i frutti detti *more*, comunissimo nelle siepi e nelle boscaglie, il **Biancospino** che ha fiori bianchi in corimbi eretti e frutti rossi; il **Prugnolo selvatico** (fig. 108); il **Pruno lauroceraso** alberetto sempre verde con foglie grandi cuoiose lucenti, coltivato per ornamento.

Famiglia: Vitacee.

Vite (*Vitis vinifera*) (fig. 109). – È un frutice rampicante per mezzo di viticci che non sono che rami trasformati. Le foglie o *pampini* sono palmate a lobi distinti. I fiori piccoli e verdognoli formano una infiorescenza a pannocchia. Il calice è costituito da 5 piccoli sepali; la corolla di 5 petali aderenti fra loro in cima e formanti come una specie di cuffia destinata a cadere per lasciar liberi i 5 stami e il pistillo. Il frutto è una bacca succosa (*acino*) contenente i semi detti *vinacciuoli*.

Originaria dell'Oriente, da cui si diffuse poi in Grecia e in Italia, la Vite ha ora una estensione larghissima, andando dalle latitudini più basse a quelle più alte. Però la regione nella quale essa trova le condizioni più confacenti per il suo sviluppo rimane sempre quella mediterranea, sia per il clima, sia per la natura del terreno, sia per i metodi di coltivazione. Essa preferisce climi moderati, terreni marnosi e silicei, colline apriche e solatìe; ma vegeta bene anche in pianura e in montagna, purchè l'altezza non sia

Fig. 106 – Fiori di Mandorlo (*Prunus communis*).

Fig. 107 - Fragole in fiore.

Fig. 108 - Fiori di *Prunus spinosa*.

superiore ai 1000 metri e trovi il modo di adattarsi all'ambiente piuttosto freddo.

Di qui le numerose varietà di cui è ricca l'Italia. L'influenza delle variazioni climatiche si fa sentire però nel succo dei suoi frutti, giacchè altro è il vino che si ottiene, ad es., dalle uve dell'Italia meridionale, e altro è quello dell'Italia centrale e settentrionale. L'uva ricca di zucchero dell'Italia meridionale e della Sicilia dà un vino molto alcoolico e colorito (vino da taglio), quella dell'Italia centrale dà il vino da pasto contemperato nella sua dose acida e zuccherina e quella dell'Italia settentrionale vini poco zuccherini e piuttosto acidi. Questo in generale, poichè moltissime sono le cause che concorrono a rendere diverso un tipo di vino da un altro.

La riproduzione della Vite si fa per *talea*, *propaggine* ed *innesto*. Molte cure esige la sua coltivazione specie per quanto riguarda la difesa contro i parassiti: funghi (*Peronospora*, *Oidio*); insetti (*Fillossera*).

Si combatte la *Peronospora* mediante miscele di *solfato di rame* e *calce*, o altre sostanze che vengono sparse sulla Vite usando

poltiglia bordolese

a) frammento di pianta con fiori - *b*) fiore in boccio - *c*) lo stesso che sboccia - *d*) frutti - *e*) frutto tagl. per lungo nel mezzo.

Fig. 109 - *Vitis vinifera*.

pompe insufflatrici; e le altre Crittogame (*Oidium*) con lo *zolfo ramato*. La *Fillossera* è assai più difficile a estirpare. Invalso è l'uso di ricorrere alle *viti americane* assai resistenti alla fillossera; ma la vite americana non ha le qualità e i pregi delle viti nostrane, perciò si è pensato di ricorrere all'innesto. Piantata una vite americana, vi si innesta la vite che si presceglie; in questo modo si ottiene una maggiore resistenza alla fillossera e la qualità di uva desiderata.

Si ricorre anche, per la riproduzione della Vite, all'*ibridismo* mediante incrocio artificiale di due varietà, incrocio che si compie trasportando il polline di una pianta sul

Fig 110 – Ippocastano (*Aesculus Hippocastanum*)

1) ramo fiorito - 2) fiore - 3) pistillo col calice - 4) ovario (sezione trasversa) - 5) frutti - 6) seme - 7) seme in sezione.

pistillo del fiore di un'altra pianta; il seme ottenuto sviluppa una pianta con caratteri propri o più o meno dissimili da quelli dei genitori; per fissare questi caratteri nei discendenti si ricorre alla propagazione per *talea*, non per seme, altrimenti quei caratteri andrebbero perduti.

La riproduzione per seme fa ritornare spesso anche la Vite allo stato selvatico.

Un grande impulso il Governo attuale ha dato poi alla produzione delle *uve da tavola*, facendo propaganda attiva per il maggior consumo di essa fra le popolazioni; igienisti e medici hanno messo in evidenza i pregi del *succo di uva* come stimolante delle funzioni digestive e del ricambio azotato, come rigeneratore di forze e donatore di salute e di gioia.

La **Vite del Canadà** (*Ampelopsis hederacea*) è una pianta rampicante per mezzo dei suoi viticci portanti dischi adesivi e si usa per ornamento. Le foglie in autunno divengono rosso porpora.

Alle IPPOCASTANEE appartiene l'**Ippocastano** (fig. 110), albero coltivato nei viali per ornamento, con fiori bianco-rosati a pannocchia eretta, odorosi, e frutto costituito da una

Fig. 111 – Tiglio (*Tilia platyphylla*).
1) ramo in fiore - 2) fiore (sezione longitudinale) - 3) fruttescenza - 4) albero.

cassula tonda, aculeata, da cui escono i grossi semi bruni e lucenti (castagne d'India). È originario dell'Asia.

Alle Aquifoliacee appartiene l'**Agrifoglio**, alberetto sempreverde con foglie consistenti, spinose. Il frutto è una drupa scarlatta. Alla stessa famiglia appartiene il **Mate** o Thè del Paraguay.

Alle Aceracee appartiene l'**Acero**, albero alto e robusto con foglie palmate e lobate. Il frutto è un diachenio alato (fig. 73).

Alle Tigliacee appartiene il **Tiglio**, notevole per i suoi frutti alati (fig. 111).

Famiglia: Auranziacee.

Limone (*Citrus limonum*) (fig. 112). – È un piccolo albero sempreverde, con foglie cuoiose, fiori bianchi con 5-8 petali acutamente profumati, numerosi stami, e un pistillo con uno stilo dilatato in cima. Il frutto ha una buccia consistente ripiena di ghiandole, ed è diviso in setti contenenti i semi e una polpa succosa e acidula.

L'**Arancio dolce** (fig. 113), l'**Arancio forte**, il **Cedro**, il **Bergamotto** costituiscono i così detti *agrumi* estesamente coltivati in Sicilia e nell'Italia meridionale, dove formano oggetto di largo commercio, non solo per i frutti, ma anche per l'industria delle essenze.

Famiglia: Linacee.

Lino (*Linum usitatissimum*) (fig. 114). – Il Lino è una pianta annua, alta da 4 a 6 decimetri, con fusto eretto, cilindrico, ramoso in alto. Le foglie sono sparse, alterne, sessili, lanceolate. I fiori sono portati in un corimbo rado e costituiti da un calice, con cinque sepali verdi, corolla dialipetala con cinque petali di un bel colore celeste, cinque pure gli stami con le antere di colore celeste carico; ovario supero con cinque stili congiunti per la base. Il frutto è una cassula contenente semi lisci, scuri, lucenti, ricchi di olio.

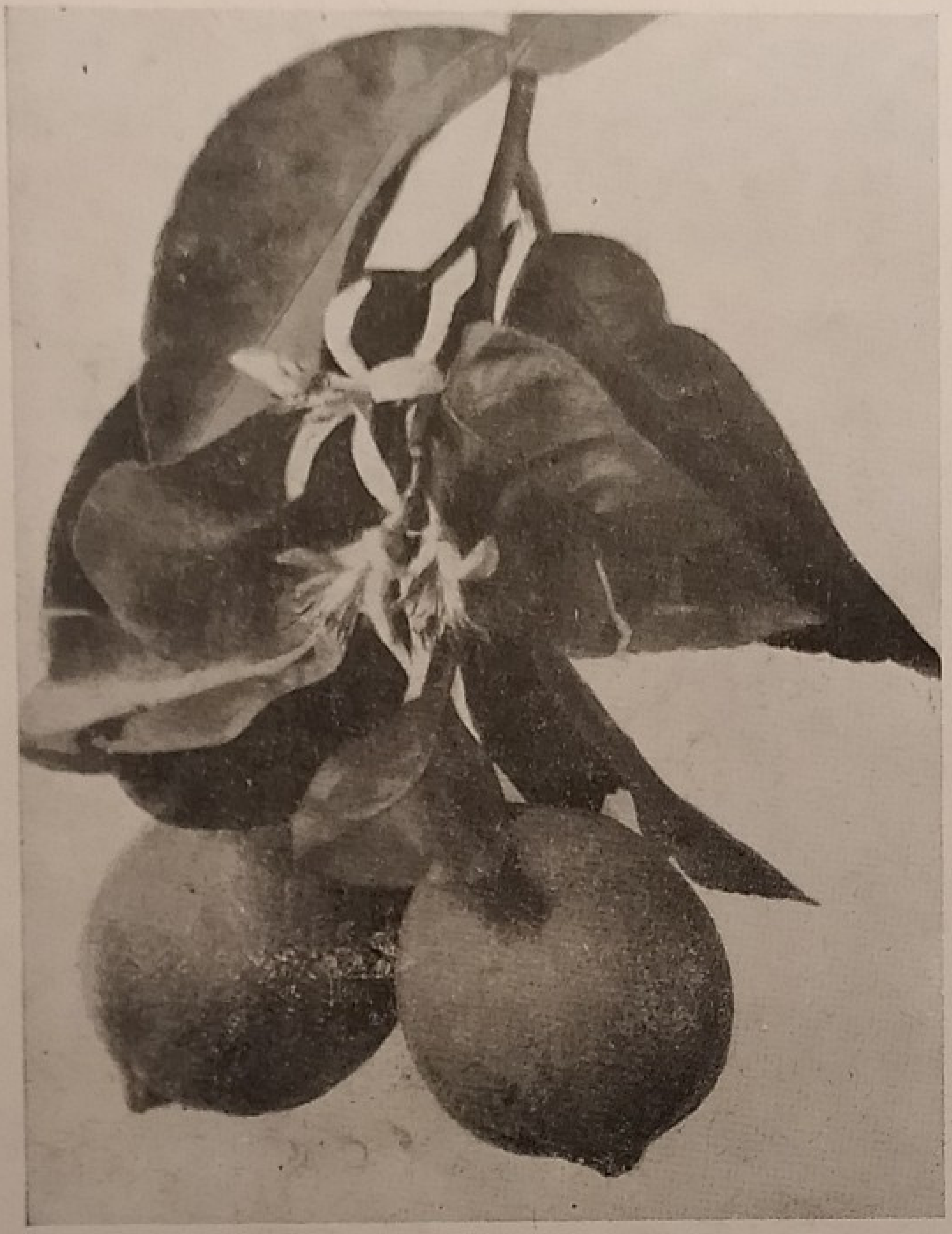


Fig. 112 – Limone. Fiori e frutti.

Il Lino si coltiva largamente per le fibre tessili del fusto e per l'olio dei semi.

Nelle regioni calde il Lino si coltiva a preferenza per l'olio dei semi; nelle regioni fredde soprattutto per le fibre tessili del fusto. In Europa si coltiva fino alle alte vallate delle Alpi ed oltre i 60° di latitudine Nord. In Italia specialmente in Lombardia.

Con le fibre di Lino si confezionano le tele più fini, i fili per trine e merletti. La liberazione delle fibre dal fusto si ottiene, come per la canapa, con la macerazione della pianta nell'acqua. Oggi si accelera la macerazione con mezzi chimici (soluzioni di carbonato sodico o di soda caustica), o per mezzo dell'acqua calda, o del vapor d'acqua sopra riscaldato, o anche innestando colture di bacteri selezionati che rendono solubili le sostanze cementanti le fibre (lignina e sostanze gommose). Quindi la pianta si lascia essiccare, e si sottopone alle operazioni meccaniche per ottenere le fibre libere, distinte in *fibre lunghe* che servono per la filatura, e in *fibre corte*, per la stoppa che dà tessuti più ordinari.

Famiglia: Geraniacee.

Il Geranio dei prati (*Geranium pratense*) (fig. 115). – Dal rizoma orizzontale di questa pianta si innalza un fusto peloso e portante foglie opposte sezionate. I fiori sono solitari, grandi, porporini. Calice e corolla di 5 pezzi, 10 stami, ovario supero con 5 carpelli terminati da filamenti saldati fra loro a formare uno stilo. Il frutto giunto a maturità, si divide in cinque cocchi o cassule il cui filamento col secco si stacca da una colonnetta centrale (prolungamento del peduncolo), si incurva fortemente e lancia via i semi che vanno così a cadere lontano. La pianta provvede in questo modo alla *disseminazione*.

Frequente nei luoghi boschivi si trova pure l'*Erodium*, i cui frutti, muniti di un prolungamento o rostro, si approfondano nel terreno per un movimento di torsione del rostro stesso determinato da variazioni dell'umidità. Col nome di *Gerani* si coltivano diverse specie del genere *Pelargonium* per la bellezza dei fiori. Il *Geranium palustre* è proprio dei luoghi umidi e acquitrinosi.

Famiglia: Malvacee.

Cotone (Genere *Gossypium*) (fig. 116). – È un arbusto alto fino a 2 metri con foglie grandi palmate-lobate. I fiori gialli o rossi, oltre al calice, possiedono un involucro detto *calicetto*. Gli stami sono saldati coi filamenti. Il frutto è una cassula con semi neri della grossezza di un pisello, provvisti di una fine peluria bianca (*bambagia*).

È pianta tessile largamente coltivata nei paesi caldi dell'Asia, Africa, America.

Fig. 113 – Arancio (*Citrus aurantium*).
1) ramo con fiori - 2) fiore - 3) ovario (in sezione) - 4) frutto - 5) seme.

Anche la **Malva comune** appartiene a questa famiglia, l'**Ibisco**, pianta ornamentale e il colossale **Baobab** dell'Africa (fig. 27).

Le varie specie del genere *Gossypium* crescono nei climi tropicali, e sono coltivate in America, nell'Asia minore, nell'Egitto, nell' India, nel Giappone, in Cina, e in varie parti dell' Impero dell'A. O. I. In Italia un poco di cotone si coltiva in Sicilia.

I luoghi dove si coltiva il cotone prendono il nome di *piantagioni* e vogliono clima moderato, caldo, uniforme, terreno soleggiato, e abbondante irrigazione.

I semi si separano dalle fibre per mezzo di macchine sgranatrici, e le fibre si comprimono al torchio idraulico in balle quadrangolari di circa 200 kilogrammi.

Il cotone greggio ha pregi diversi a seconda del colore, della lucentezza, della morbidezza, dell'elasticità, della resistenza e della lunghezza delle fibre. I fili di cotone danno tessuti lisci, come il *percallo* ed il *mussolo* (dalla città di Mossul in Mesopotamia), e tessuti con pelo, come il *frustagno*.

Il cotone ha grandissima importanza economica non solo per i tessuti, ma anche per le sue applicazioni alla fabbricazione della *nitrocellulosa*, sia come esplosivo, sia per la preparazione delle *sete artificiali*.

L'*ovatta* è fornita dal cotone non filato, spalmato con gomma, e serve per imbottitura; il *cotone idrofilo* è cotone in fiocco, sgrassato, bianco candido.

Il *cotone mercerizzato* acquista lucentezza sericea quando venga trattato con potassa o acido solforico. La maggior lavorazione del cotone si fa in Inghilterra (Manchester).

Cacao (fig. 117). – Il Cacao (*Theobroma cacao*) è un albero della famiglia delle *Sterculiacee*, alto 10-12 metri. Originario del Messico, è coltivato in tutta l'America centrale e nel Brasile. Il frutto è una specie di bacca ovale, lunga circa 20 cm., di colore variabile dal giallo al ranciato, e contenente una polpa molle nella quale sono inclusi da 15 a 40 semi.

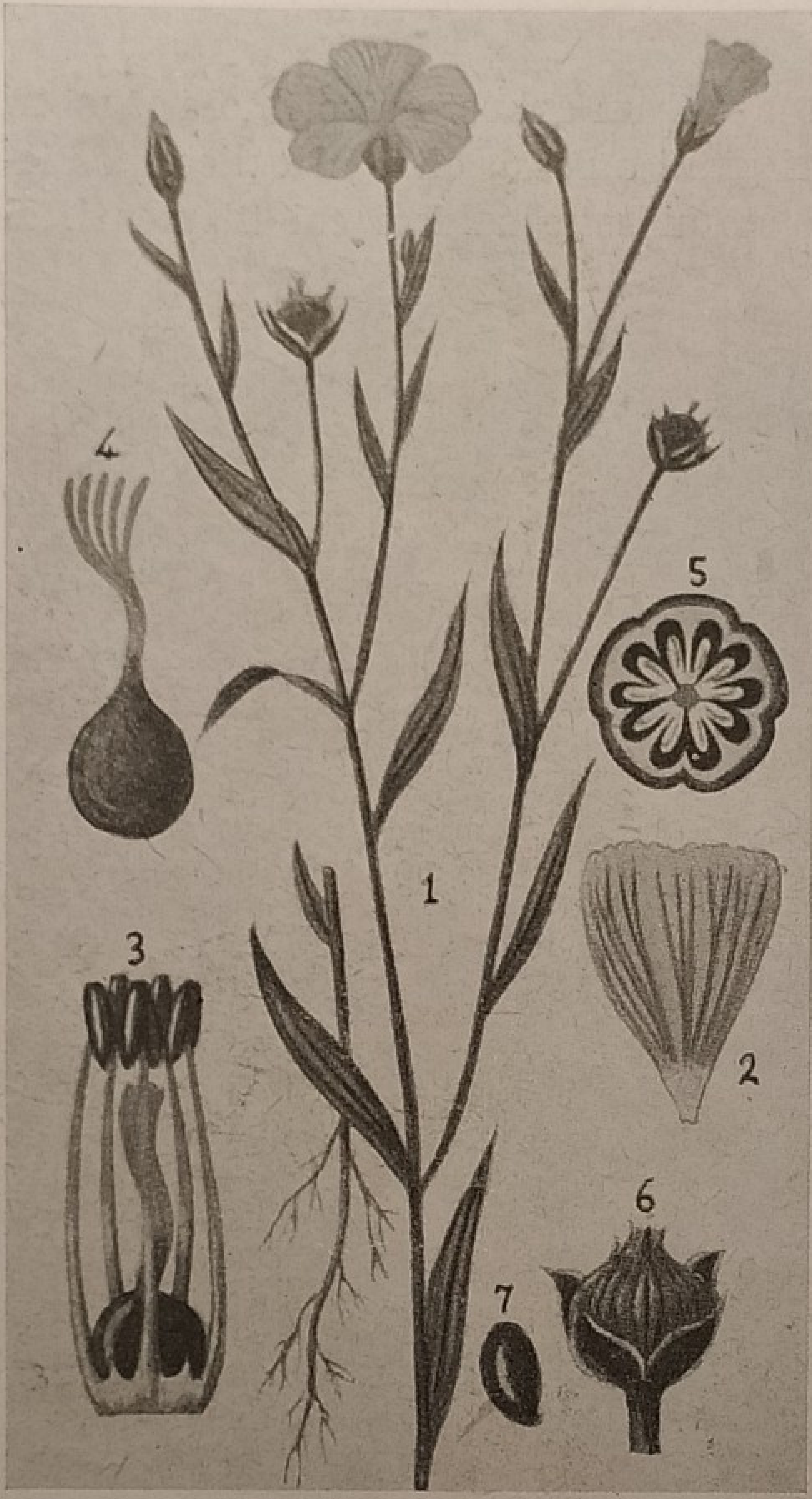


Fig. 114 – Lino (*Linum usitatissimum*).

1) pianta in fiore - 2) petalo - 3) stami e pistillo - 4) pistillo - 5) ovario (sezione trasversa) - 6) cassula - 7) seme.

Questi contengono una mandorla voluminosa di color bruno o violetto scuro. Tolti i semi dal frutto, questi si fanno fermentare per togliere loro tutta la polpa che li riveste. Quindi si torrefanno per liberarli dal guscio e si macinano (*polvere di cacao*).

I semi di Cacao contengono sostanze grasse (*burro di cacao*), amidacee, zuccherine, e un alcaloide: la *theobromina* che ha funzione analoga alla caffeina. Il Cacao si adopera soprattutto nella fabbricazione della cioccolata, mescolata con zucchero e sostanze aromatiche (Vainiglia). Ha potere eccitante e corroborante.

Famiglia: Violacee.

Viola mammola (*Viola odorata*) (fig. 118). – Notevole per i fiori profumati con petali colorati in violetto, dei quali l'inferiore è più grande e prolungato indietro in uno *sperone* ricco di nettare. I 5 stami hanno filamenti corti, saldati, con grosse antere che circondano il pistillo e l'apice giallo dorato. Di essi, i due inferiori soltanto producono il polline e anche il nettare per mezzo di un prolungamento dorsale che penetra nello sperone. L'ovario ha 3 carpelli con corto stilo e grosso stimma che sta rivolto verso lo sperone in modo da essere toccato da un insetto che reca il polline. Il frutto è una capsula trivalve. Una specie selvatica che ha dato origine alle numerose varietà coltivate è la *Viola tricolor* dai petali colorati in violetto, giallo e bianco (fig. 119).

Alle Ternströmiacee appartiene il **Thè** (*Thea chinensis*) arbusto largamente coltivato nell'Asia orientale.

Il Thè è un arbusto oriundo della China, introdotto poi in Giappone, e acclimatatosi in seguito anche nelle Indie, a Ceylon, negli Stati Uniti, nel Brasile.

Della pianta si utilizzano le foglie che si preparano in modo diverso a seconda del tipo di thè che si desidera ottenere. Così per il *thè verde*, le foglie si essiccano su lastre di ferro riscaldate; per il *thè nero*, le foglie si seccano dopo aver fatto subire loro una parziale *fermentazione*. La raccolta delle foglie si ripete tre o quattro volte all'anno, e si fa quando i fiori sono ancora in boccio.

Le principali sostanze contenute nel thè sono: la *theina*, che ha proprietà analoghe a quelle della caffeina; *acido tannico, olii eterei*. Per quanto riguarda la sua azione fisiologica l'infuso di thè accelera la circolazione del sangue e aumenta l'attività cerebrale. È usato specialmente dagli Inglesi e dai popoli dell'Europa settentrionale. In commercio il thè è sovente sofisticato con foglie di altre piante (mirtillo, salice, sorbo, ecc.).

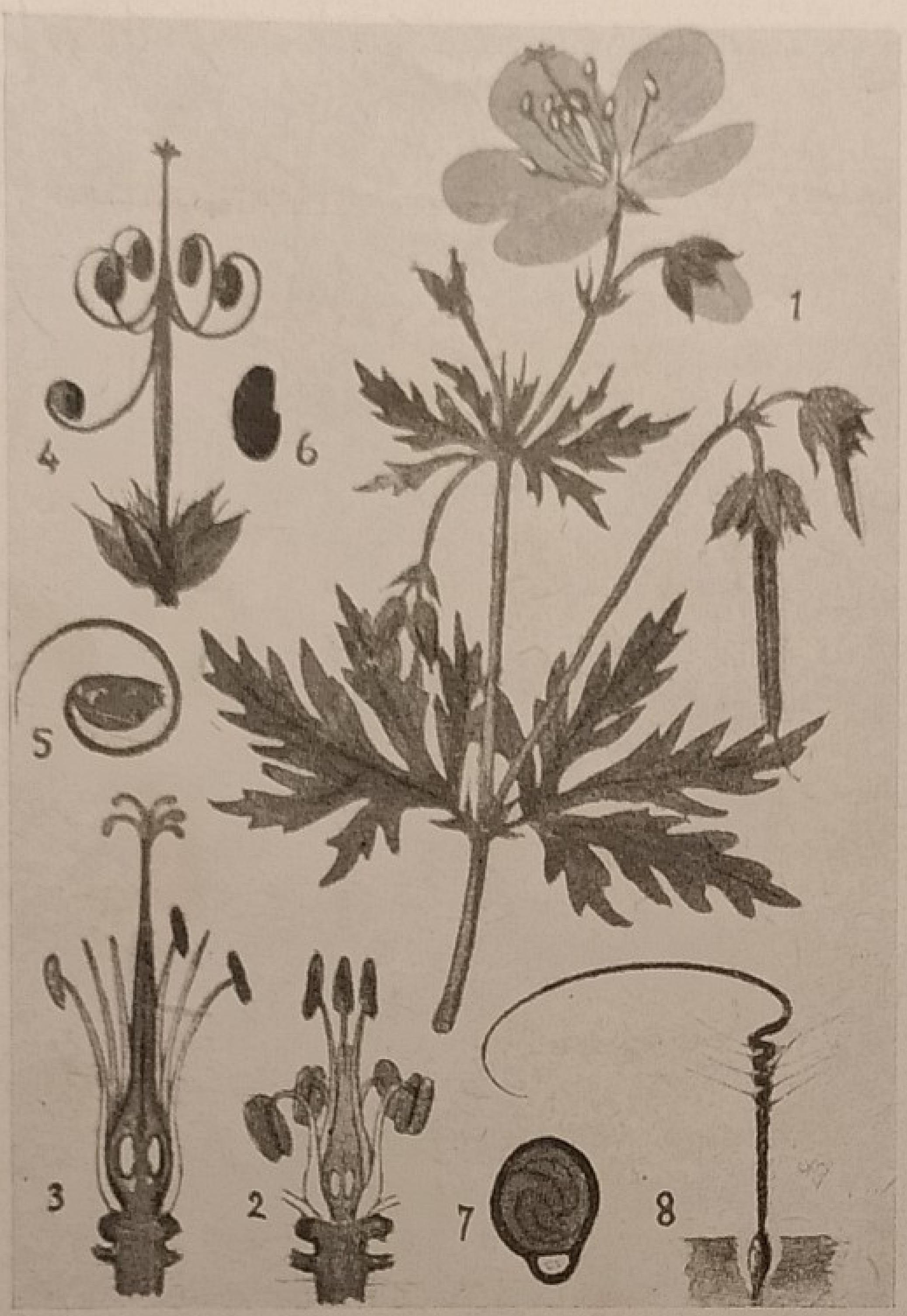


Fig. 115. Geranio dei prati (*Geranium pratense*).

1) pianta in fiore - 2) primo sviluppo del fiore; le antere emettono il polline, gli stimmi non sono sviluppati - 3) ulteriore sviluppo; le antere vuote, gli stimmi sviluppati (2 e 3 in spaccato longitudinale) - 4) frutto; i mericarpi scattanti - 5) mericarpio - 6) seme - 7) id. in spaccato trasverso - 8) mericarpio di *Erodium* insinuantesi nel terreno.

Fig. 116. Cotone (*Gossypium herbaceum*).

1) ramo con fiore - 2) frutti - 3) fiore (sezione longitudinale) - 4) seme.

Fig. 117. Frutti sul tronco di *Theobroma Cacao*.

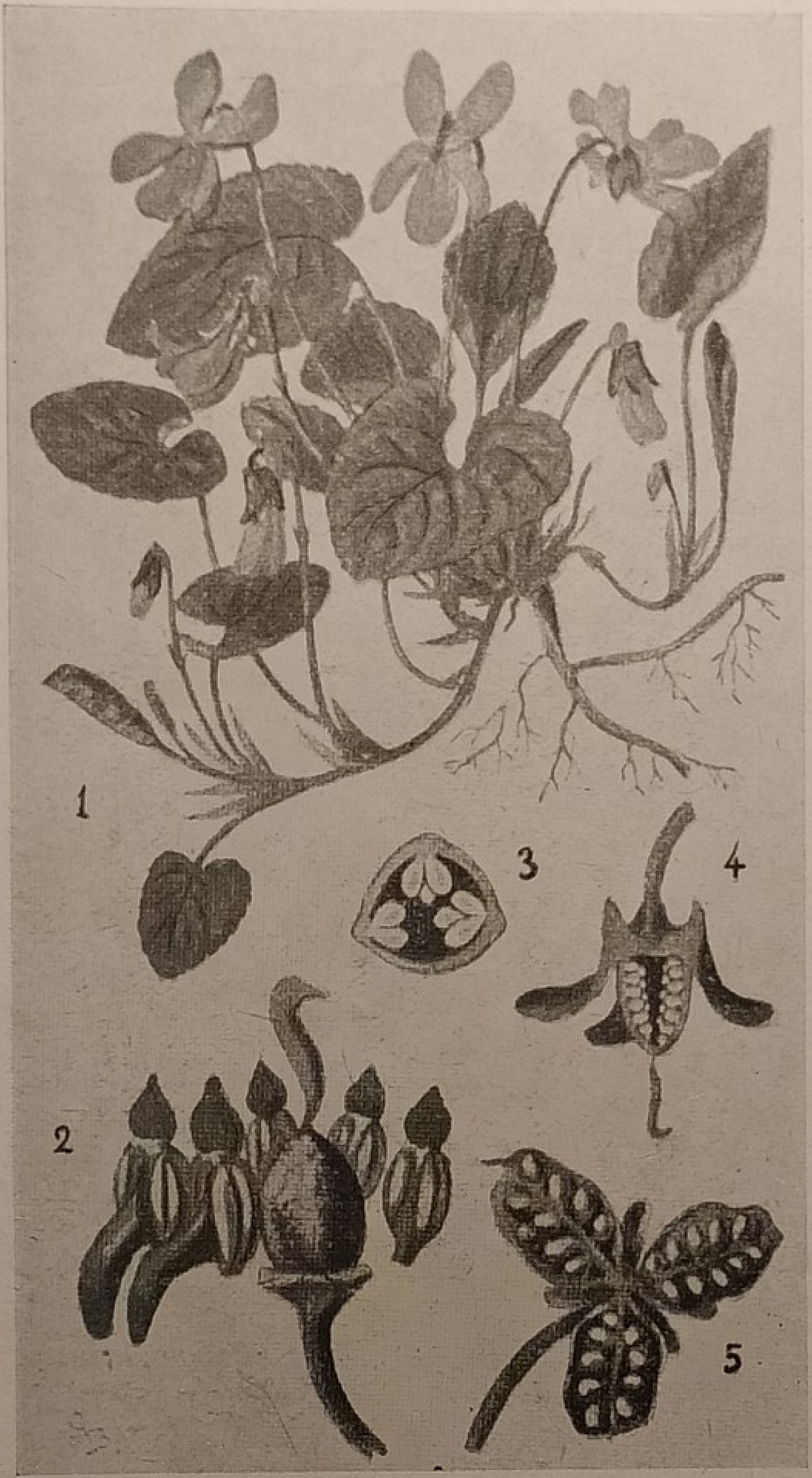


Fig. 118 - Viola mammola (*Viola odorata*).

1) pianta in fiore - 2) pistillo con 5 stami staccati - 3) ovario (sezione trasversa) - 4) sezione longitudinale del giovane frutto entro il calice - 5) cassula trivalve.

Famiglia: Crocifere.

Violacciocca (*Cheiranthus cheiri*) (fig. 120). - È un suffrutice con foglie lanceolate e fiori disposti a grappoli, odorosi, formati da un calice di 4 sepali, una corolla di 4 petali alternati coi sepali (onde il nome di *Crucifere*), 6 stami di cui due più corti degli altri e stilo con due stimmi. Il frutto è una siliqua.

Fig. 119. - *Viola tricolor*.

La Violacciocca è pianta da ornamento coltivata nei giardini.

Numerose specie appartenenti a questa famiglia vengono coltivate a scopo alimentare, come il **Cavolo** (fig. 121) con le molte sue varietà; la **Rapa**, il **Ravanello**.

Della **Senape bianca** e **nera** si adoperano i semi contenenti una sostanza acre per fare senapismi e preparare mostarde. Del **Cappero** si conservano in aceto i fiori non ancora sbocciati. La **Rosa di Gerico** (fig. 286) è specie propria delle regioni steppose e desertiche.

Famiglia: Papaveracee.

Rosolaccio (*Papaver rhoeas*) (fig. 67). – Comune per i seminati è il Rosolaccio, facilmente riconoscibile per i fiori grandi e scarlatti. Il calice possiede due sepali caduchi, una corolla a 4 petali rossi, stami numerosi, ovario supero con stilo schiacciato a disco, e stimmi disposti radialmente. Il frutto è una cassula *poricida* contenente numerosi piccoli semi che escono dai fori della cassula allorchè questa, scossa dal vento, si inclina verso terra.

Il **Papaver somniferum** (fig. 122), originario dell' Oriente, dà un latice da cui si estrae l'oppio. Comune nei fossi presso le siepi è la **Celidonia**, che ha un succo lattiginoso di colore aranciato.

Alle Lauracee appartiene l'**Alloro**, albero dalle foglie persistenti, coriacee, largamente coltivato. È pianta dioica. Alla stessa famiglia appartiene anche la **Canfora** dell'Asia (isola di Formosa) e la **Cannella** dell'isola di Ceylon.

Fig. 120 – Violacciocca (*Cheirantus cheiri*).

1) parte superiore di una pianta in fiore - 2) stami e pistillo, dopo l'asportazione del perianzio - 3) siliqua deiscente.

Fig. 121 – Varietà del Cavolo.

1) cavolo verzotto - 2) cavolo cappuccio - 3) cavolo rapa 4) cavolo di Bruselles - 5) cavolo fiore.

Oppio. – Dalle incisioni delle capsule del *Papaver somniferum* si estrae un succo lattiginoso (*oppio*) che

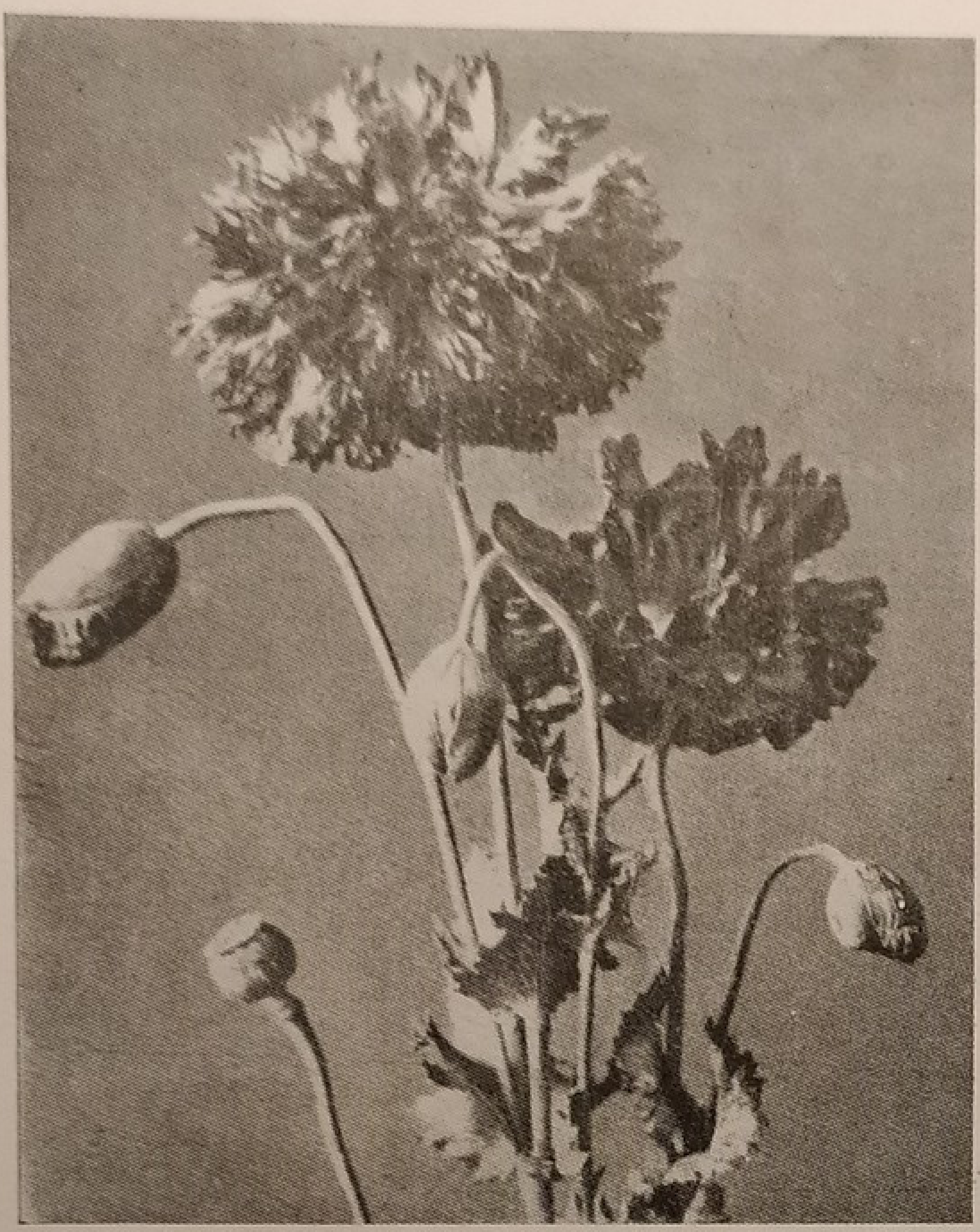


Fig 122 - *Papaver somniferum.*

Fig. 123 - Bottoni d'oro. A sin.: *Ranunculus repens*; a destra: *Ranunculus bulbosus.*

Fig 124 - *Anemone coronaria* (*fot. Dubost*).

Fig. 125 - *Anemone Silvia.*

si rapprende all'aria, e ha odore forte e sapore amaro, nauseabondo. L'oppio è formato dalla mescolanza di parecchi alcaloidi: *morfina, tebaina, codeina, papaverina*, ecc., molti dei quali adoperati in medicina, formando la base di diversi prodotti chimici, fra cui il *laudano*.

Originario dell'Oriente asiatico, il *Papaver somniferum* è largamente coltivato in Cina, Persia, Asia minore, India. È noto l'uso che i popoli asiatici fanno dell'oppio, fumandolo in pipe speciali (narghilè); ma è noto anche come questo uso produca grave danno alle facoltà intellettuali, tanto che esso è proibito in tutti i paesi civili.

Fig. 126 – 1-5) *Helleborus niger* - 7-9) *Nigella arvensis* - 10) *N. sativa* - 11) *Aquilegia vulgaris*.

Famiglia: Ranunculacee.

Ranuncolo selvatico o **Botton d'oro** (*Ranunculus bulbosus*) (fig. 123). – Il Ranuncolo è una pianta erbacea comune nei prati. Ha un bulbo-tubero, grosso; fusto eretto, foglie più volte palmate-divise, fiori con 5 sepali ripiegati in basso, 5 petali giallo-dorati con una piccola squametta alla base; molti stami e molti pistilli. I frutti piccoli sono acheni uncinati e compressi. Fiorisce da Aprile a Giugno.

Fig. 127 - Fiore di Clematide.

Questa famiglia è ricca di specie molto diffuse nei nostri prati e colline, dove formano spesso vaste associazioni di fiori, che sono fra i primi ad annunciare la veniente primavera.

Così l'**Eranto** (*Eranthis hyemalis*), che ha fiore giallo, invade i campi ancorchè coperti dalle ultime nevi. Gli **Anemoni** (figg. 124, 125): come l'*Anemone hepatica* o *Erba trinità*, con fiore a tepali celesti; vive nei luoghi ombrosi dei boschi. Varie altre specie di *Anemoni* fioriscono in primavera, come: l'*Anemone pulsatilla*, con sei tepali violetti e stami gialli e pistilli colorati superiormente in violetto; il *Fiorestella* (*Anemone hortensis*) con fiore roseo,

Fig 128 - *Delphinium consolida.*

grande, in cima ad uno scapo, che ha verso la metà un involucro di tre brattee; la *Silvia* (*Anemone nemorosa*) con sei tepali bianchi.

Comune sul margine dei fossi è il **Favagello** (*Ranunculus ficaria*) con foglie cuoriformi e fiori molto vistosi con petali di color giallo-dorato. Tra le vecchie foglie marcescenti spunta l'**Erba nocca** o **Elleboro** (*Helleborus viridis*) il cui fiore grande ha 5 tepali di un colore pallido giallognolo e molti stami di cui i più esterni foggiati ad imbuto, ed è pianta velenosa come la sua consorella o *Elleboro nero* (fig. 126). Nei luoghi umidi presso i ruscelli è frequente la **Calta** (*Caltha palustris*), con fiori grandi ranciati di 5 petali e numerosi stami a pistilli. Nelle siepi comuni sono le **Clematidi** fra cui la *Clematis vitalba* (fig. 127).

Nei seminati assai comune in estate è poi la **Fanciullaccia** (*Nigella damascena*) dai fiori bianco-turchinicci e dalle foglie divise e suddivise in lobi strettissimi filiformi, e il **Fior Cappuccio** (*Delphinium consolida*) (fig. 128), che ricorda nella struttura del fiore l'**Aconito** (*Aconitum napellus*), la pianta che cresce sulle Alpi e che nasconde nel suo seno uno dei più terribili veleni: l'*aconitina*.

Famiglia: Ninfeacee.

Ninfea bianca (*Nymphaea alba*) (fig. 129). – Pianta acquatica con rizoma affondato nel fango degli stagni e delle paludi, con foglie portate da un lunghissimo picciuolo e galleggianti alla superficie dell'acqua. I fiori grandi, hanno i sepali che passano gradatamente nei petali bianchi come neve, e questi, assottigliandosi, negli stami con antere gialle; il pistillo ha ovario globoso con stimma raggiato.

A questo gruppo appartiene anche la **Ninfea gialla** (*Nuphar luteum*), il **Nelumbio** (fig. 45), la **Victoria regia** (fig. 46),

Fig. 129 - Fiore di Ninfea (*fot. orig.*).

Fig. 130

Fig. 131.

Fig. 130: Cactus in fiore. — Fig. 131: Garofano comune (*Dianthus Caryophillus*); 1) pianta in fiore - 2) fiore (sezione longitudinale) - 3) cassula - 4) semi - 5) ramo fiorito di *Dianthus Carthusianorum*.

le cui foglie raggiungono due metri di diametro e vive nel fiume delle Amazzoni. Questa pianta costituisce una delle più singolari meraviglie di tutto il regno vegetale.

Monoclamidee [1].

Famiglia: Cactacee.

Fico d'India (*Opuntia ficus indica*) (fig. 36). – Ha un fusto composto di molti articoli carnosi verdi e provvisti di numerose spine che non sono che foglie trasformate. I fiori grandi e belli sorgono dal margine superiore degli articoli, e posseggono elementi distribuiti in parecchi verticilli; stami numerosi e un pistillo con stilo lungo, con parecchi stimmi in cima. Il frutto è una grossa bacca ovale piena di polpa con molti semi e con ciuffi di spine all'esterno.

Questa pianta, che fu importata dall'America, cresce vicino al mare e nelle isole, spontanea e coltivata.

A un clima di tipo secco e asciutto è pure adattato il **Cereo gigante** (*Cereus giganteus*) delle regioni desertiche dell'America tropicale, con tronco e rami colonnari.

---

[1] Fiore spesso unisessuale con perianzio per lo più *aclamidato* o *apoaclamidato*, ossia mancante nel primo caso, o formato da una sola serie di foglie involucranti nel secondo caso.

Fig. 132 - Bubbolino (*Silene inflata*).

Piante di questa famiglia, per la stranezza delle forme e la bellezza dei fiori, si coltivano nei giardini e negli abitati (fig. 130).

Famiglia: Cariofillacee.

Il **Garofano** (*Dianthus caryophyllus*) (fig. 131). – Ha fusto ingrossato ai nodi, foglie opposte e congiunte per la base, lineari, acuminate. Calice cilindrico allungato e petali ristretti in basso in un'unghia sottile. Spontaneo nei luoghi erbosi e sassosi; coltivato nei giardini in numerose varietà.

Altre Cariofillacee sono il **Cerastium**, l'**Agrostemma** o **Gettaione**, comune fra le messi e i cui semi sono velenosi. Comuni sono pure il *Melandrium* e le **Silene** (fig. 152).

Famiglia: Chenopodiacee.

La Barbabietola (*Beta vulgaris*) (fig. 133). – Ha radice che, per effetto della coltivazione, si fa grossa e carnosa, ed è ricca di zucchero. Il fusto ha foglie inferiori grandi ed ovate, e foglie superiori romboidali acute. I fiori formano delle lunghe spighe ed hanno un perigonio di 5 tepali, con 5 stami. Il frutto ha un solo seme.

È una pianta bienne, e si raccoglie alla fine del primo anno per estrarre lo zucchero dalla radice. Inoltre essa si utilizza come foraggio e per la *rotazione agraria*.

A scopo alimentare si utilizzano la **Bietola**, varietà della prima, con radice più dura ed allungata, e lo **Spinacio**.

La coltivazione della Barbabietola e il suo trattamento industriale ebbero inizio in Italia soltanto nella seconda metà del secolo decimonono; ma oggi essa

Fig. 133 - Barbabietola (*Vilmarin*).

Fig. 134 – *Ricinus communis.*

a) rametto fiorifero [illegible] - *b*) stami - *c*) gineceo - *d*) frutto - *e*) seme.

Fig. 135 – *Euphorbia Cyparissias.*

a) sommità fiorita della pianta - *b*) parte superiore di un raggio - *c*) involucro con fiori.

Fig. 136 – Euforbie dell'Abissinia.

Fig. 137 – Vischio.

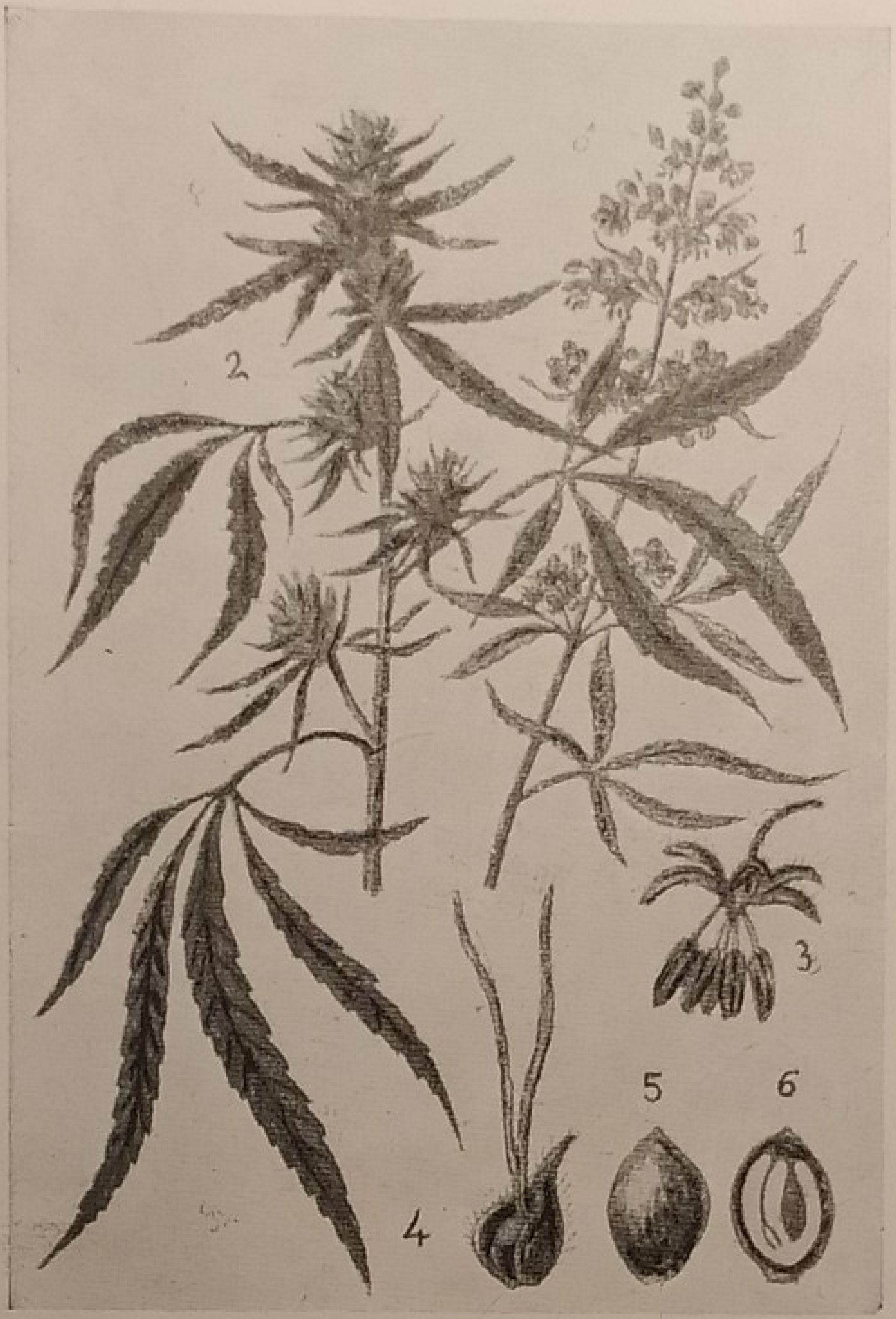


Fig. 138 – Canapa (*Cannabis sativa*).

1) pianta con fiori maschili - 2) pianta con fiori femminili - 3) fiore maschile - 4) fiore femminile - 5) frutto - 6) frutto in sezione.

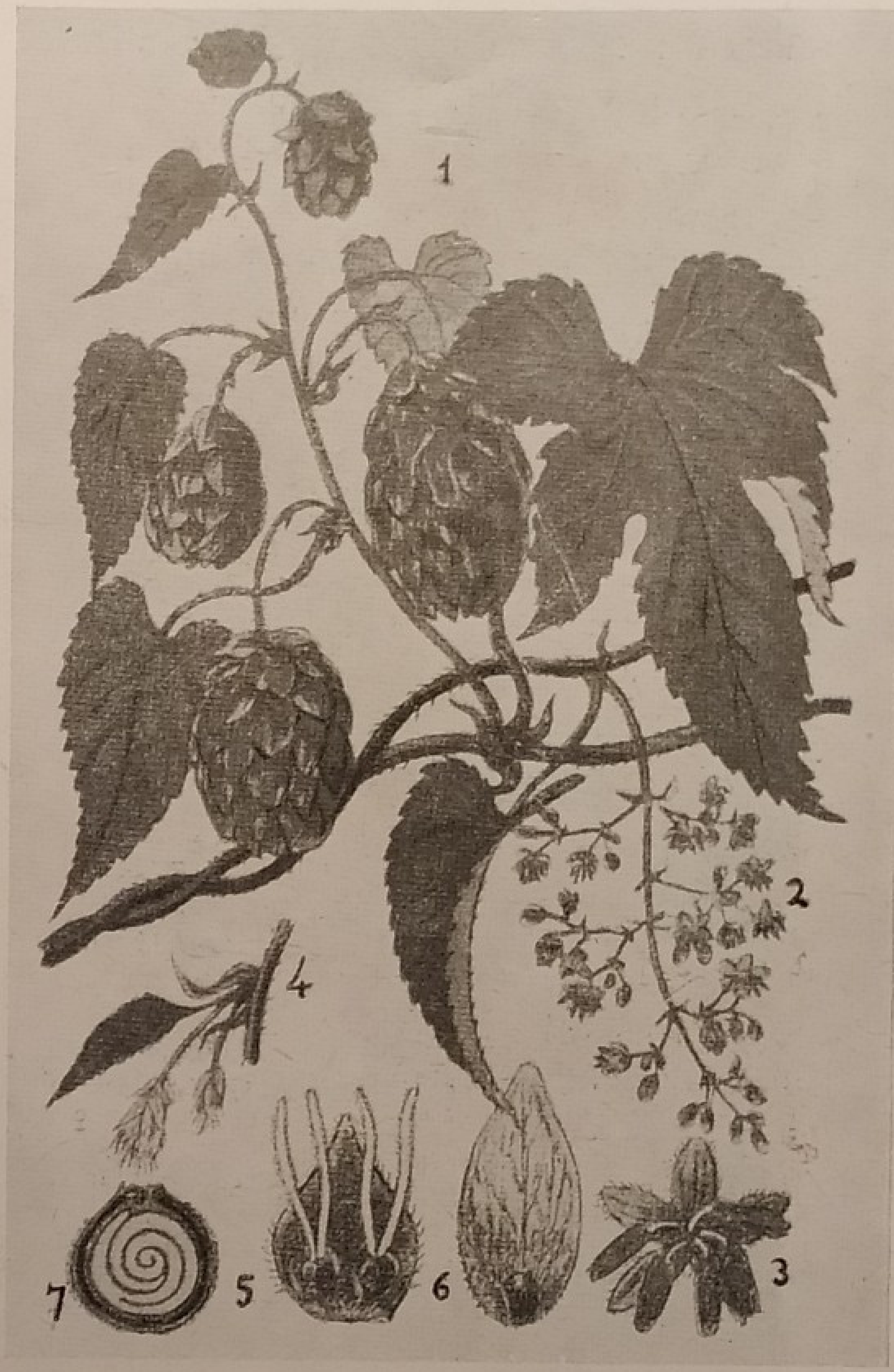


Fig. 139 – Luppolo (*Humulus Lupulus*).

1) ramo fruttifero - 2) ramo con fiori maschili - 3) fiore maschile - 4) infiorescenze femminili - 5) brattea con due fiori femminili - 6) frutto avvolto nella brattea - 7) frutto (sezionato) con l'embrione avvolto a spirale.

è così diffusa che è in grado di fornire il fabbisogno nazionale (tre milioni e più di quintali annui).

Famiglia: Euforbiacee.

Ricino (*Ricinus communis*) (fig. 134). – La pianta è arborescente nei paesi tropicali donde proviene, mentre è una pianta erbacea, annua, nei luoghi dove da noi si coltiva. Le foglie sono palmate, divise in lobi, e *peltate*, ossia col picciuolo inserito nel mezzo della lamina fogliare. In prossimità del punto di inserzione si trovano ghiandole nettarifere (*nettari extranuziali*) utili per attrarre le formiche che difendono la pianta da altri insetti dannosi (*mirmecofilia*). I fiori sono unisessuali, ma riuniti nella stessa infiorescenza a grappolo: quelli staminiferi in basso e quelli pistilliferi in alto. Entrambi sono formati da un perigonio verde; in quelli femminili l'ovario supero, con tre logge, è sormontato da uno stilo che si divide in parecchi stimmi allungati e rossi. Il frutto è una capsula contenente i semi oleosi

Fig. 140 – Ortica (*Urtica dioica*).

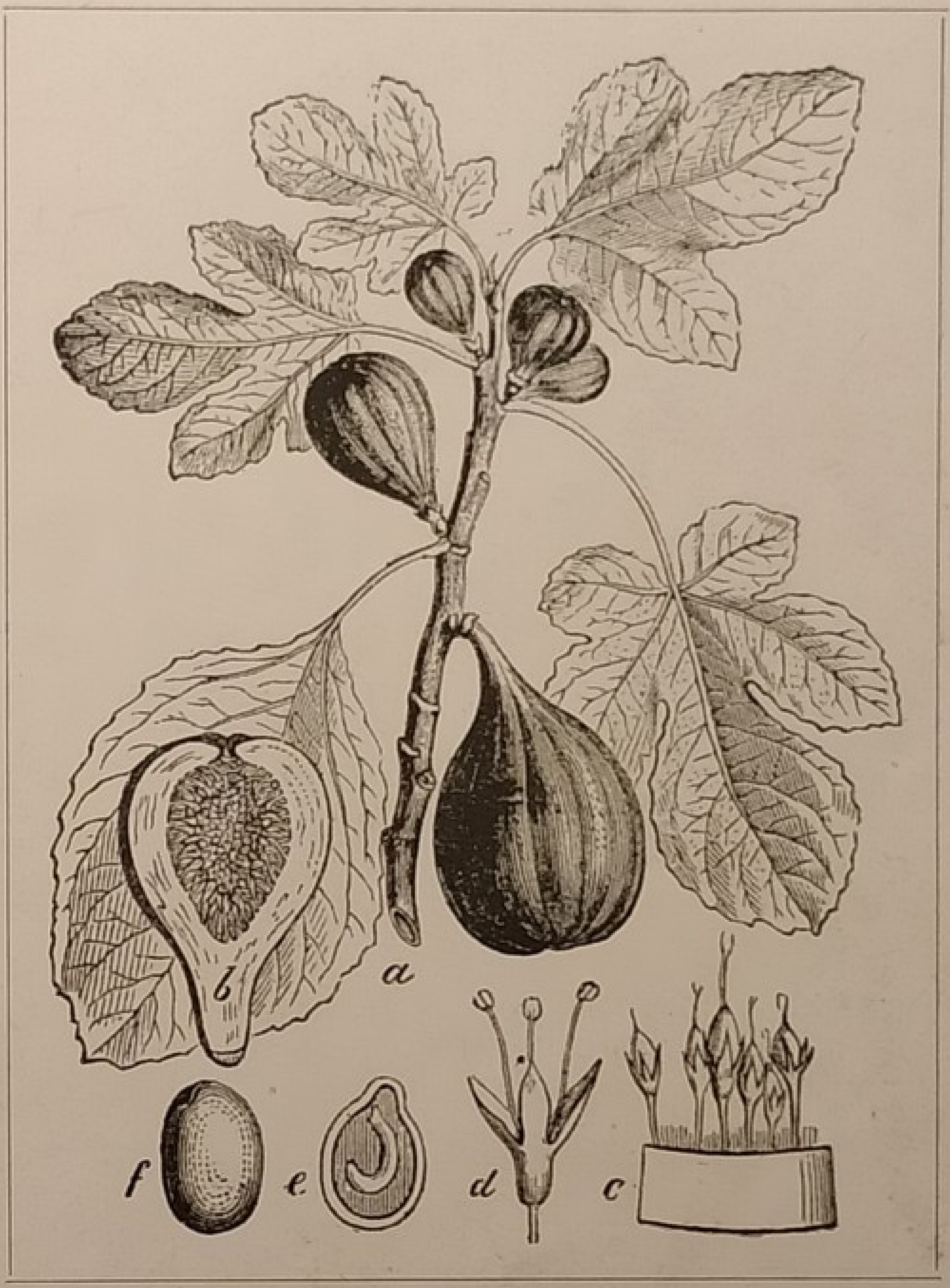


Fig. 141 – Fico (*Ficus carica*) (da *Caruel*).

a) rametto con ricettacoli fioriferi e fruttiferi - *b*) ricettacolo fiorifero tagliato - c) fiori pistilliferi - *d*) fiori staminiferi - *e*, *f*) frutto e sezione.

dai quali si estrae il noto olio di ricino usato in medicina e per i motori degli aeroplani.

Pianta comune in tutta Italia nei prati e luoghi secchi è l'**Euforbia** o **Erba cipressina** (fig. 135) contenente un latice acre e velenoso. I fiori, piccoli, stanno racchiusi entro un involucro campaniforme, con un fiore centrale a gineceo nudo, e fiori all'intorno con un solo stame. Il gineceo si trasforma in frutto con tre solchi, pendente dalla estremità di un lungo pedicello.

Molte piante del genere *Euphorbia* crescono nei luoghi aridi, come l'**E. resinifera** del Marocco, somigliante ad una Cactacea. Comune nell'Eritrea, è l'**E. abissinica** (fig. 136), che fornisce un latice da cui si estrae il *caucciù*, che però è fornito nella massima parte dalla **Hewea brasiliensis** o **Albero del caucciù**.

Famiglia: Lorantacee.

Vischio (*Viscum album*) (fig. 137). – È un frutice sempreverde con fusto più volte biforcato che vive semiparassita su diversi alberi (peri, meli, pioppi, susini, ecc.). I fiori sono giallo-verdastri e il frutto è una bacca rotonda, bianca, piena di un succo attaccaticcio.

Famiglia: Cannabacee.

La Canapa (*Cannabis sativa*) (fig. 138). – La Canapa è pianta erbacea, annua, con fusto diritto, alto fino a due metri, semplice o ramoso in alto,

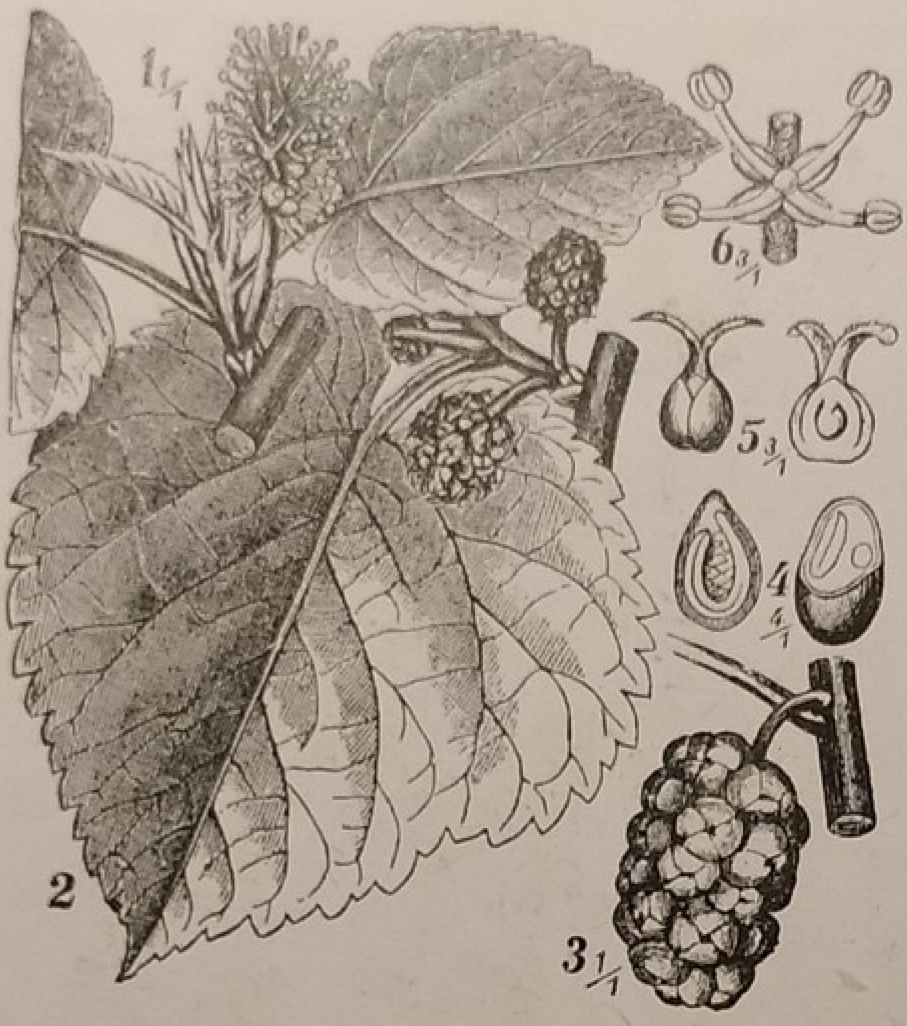


Fig. 142 – *Morus alba* (1) - *M. nigra* (2-5)
(Dalla *Deutsche Flora* di M. Karsten).

e foglie palmato-composte, con foglioline lanceolate e a margine seghettato.

Caratteristica è l'infiorescenza formata da una pannocchia di fiori maschili, e da una di fiori femminili, portate da individui diversi (pianta *dioica*). I fiori sono piccoli e verdi; quelli staminiferi con perigonio di 5 tepali, e 5 stami con grandi antere; e quelli pistilliferi con un ovario uniloculare terminato da uno stilo diviso in due stimmi allungati e papillosi. Questi stimmi trattengono il polline allorchè viene ad essi trasportato per mezzo del vento dalle piante maschili vicine.

Il frutto (detto impropriamente *seme*), è un achenio arrotondato e grigio.

La Canapa fiorisce da Giugno ad Agosto.

La Canapa è di origine indiana, ed è molto coltivata da noi, specie nell'Emilia, Veneto, Campania. La pianta messa a macerare nell'acqua, libera le lunghe fibre del fusto per un processo di fermentazione bacterica.

Sono queste fibre che servono a far tele, corde, ecc. Si usa anche l'olio dei semi.

Coltivazione e raccolta della canapa – La Canapa vive bene nei climi temperati nei terreni freschi profondamente lavorati, e abbondantemente concimati. Si semina in Febbraio o Marzo, e si raccoglie in Luglio e Agosto, appena sfiorite le piante a fiori staminiferi, tagliando gli steli presso terra.

Le piante femminili (dette *maschi* volgarmente, usando un nome improprio), si raccolgono dopo di quelle maschili, per la semente.

Dopo la raccolta le piante si lasciano essicare per due o tre giorni, e si mettono nell'acqua dei maceri affinchè le fibre tessili della corteccia si liberino dalla sostanza gommosa che le teneva saldamente unite. Quindi i fusti si seccano e si imbiancano al sole e si sottopongono a diverse operazioni meccaniche per liberare la parte le-

Fig. 143 – L'Olmo (*Ulmus campestris*).
1) ramo con fiori - 2) foglie e frutti - 3) fiore - 4) frutto alato (*samara*).

gnosa dalle fibre. Queste operazioni consistono nella *maciullatura*, che rompe la parte legnosa (o *canapulo*); *scotolatura*, che asporta i frammenti di canapulo aderenti alla filaccia; *pettinatura*, che dà la filaccia e la stoppa di canapa.

La Canapa è abbondantemente coltivata in Europa, specie in Russia e in Polonia. In Italia un'ottima Canapa produce l'Emilia (Bologna, Ferrara), il Piemonte, il Veneto, e altre regioni, con una produzione che si approssima al milione di quintali annui.

Con le qualità più fini si fanno tessuti o tele; con le più ordinarie spago e cordami.

Una varietà di Canapa (Canapa indiana) produce una resina narcotica e snervante (l'*haschisch*) usata come bevanda o per fumo dalla Cina meridionale all'Egitto. I fiori vengono usati anche come tabacco da fumo.

Il **Luppolo** (*Humulus lupulus*) (fig. 139) è una pianta perenne rampicante, con foglie picciuolate, cuoriformi, lobate. Le infruttescenze contengono, oltre a piccoli acheni, dei granellini gialli di sapore amaro che servono per la fabbricazione della birra.

Fig. 144 – Salice (*Salix Caprea*).

1) ramo con amenti maschili - 2) ramo con amenti femminili - 3) foglie - 4) fiore maschile - 5) fiore pistillifero - 6) frutto (cassula) con semi.

Famiglia: Orticacee.

Ortica (*Urtica dioica*) (fig. 140). – Questa pianta, comune nei fossati e nelle siepi, nota per i peli ghiandolari che irritano la pelle col loro veleno, ha fiori piccoli, verdi, portati da spighe pendenti, e di due specie: quelli staminiferi hanno 4 stami, quelli pistilliferi l'ovario libero. È pianta anemofila.

Famiglia: Moracee.

Fico (*Ficus carica*) (fig. 141). – È un albero con scorza liscia e rami contorti. Le foglie sono grandi, lobate, e molto variabili per forma. I fiori piccolini sono racchiusi entro un ricettacolo carnoso a forma di pera e riuniti a formare una infiorescenza. I fiori staminiferi hanno un perigonio tripartito e tre stami; in quelli pistilliferi il perigonio circonda un grosso ovario. Nel Fico selvatico o *caprifico* l'impollinazione si compie a mezzo di un piccolo insetto (*Blastophaga grossorum*), che, portandosi da una infiorescenza all'altra, reca con sè il polline. Nel Fico coltivato non c'è bisogno della impollinazione per la maturazione dei frutti; tuttavia quando si voglia far riprodurre per

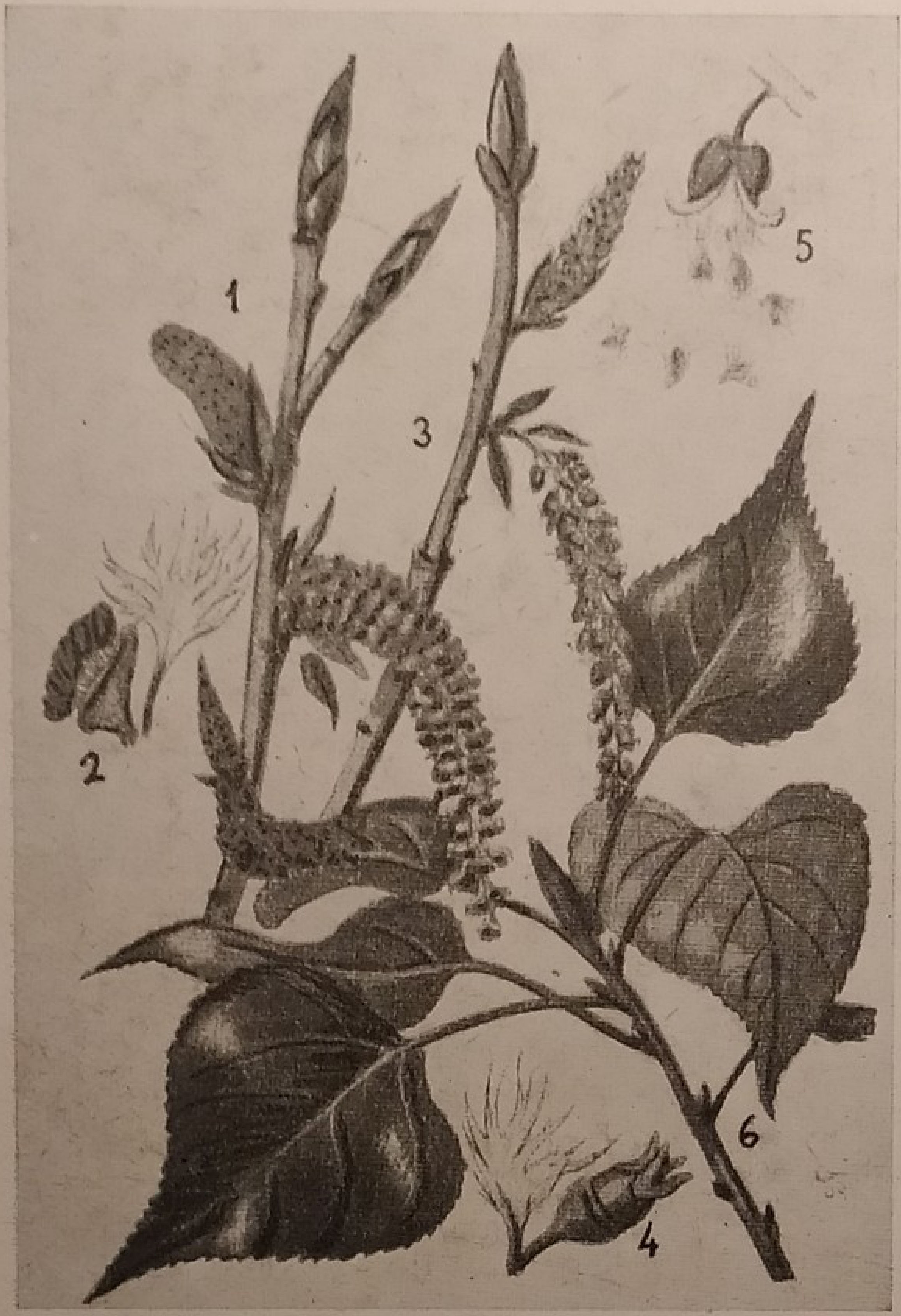


Fig. 145 – Pioppo nero (*Populus nigra*).

1) ramo con amenti maschili - 2) fiore maschile con la brattea - 3) ramo con amenti femminili - 4) fiore femminile con la brattea - 5) frutto (cassula) con semi - 6) ramo con foglie.

seme la pianta si pongono accanto ad essa dei rami fioriti di Caprifico, come si usa fare nell'Italia meridionale. I frutti sono dei piccoli acheni misti a una polpa formata dagli avanzi dei fiori e, poichè durante la maturazione anche il ricettacolo si fa molle e carnoso, si costituisce quello che erroneamente si considera quale *frutto* del Fico; mentre si tratta di una infruttescenza speciale (*sicono*). I primi fichi che spuntano sui rami dell'anno precedente sono detti *fioroni*. La pianta contiene un latice bianco e acre.

Il **Gelso bianco** (*Morus alba*) (fig. 142). -- È un albero coltivato per le sue foglie ovali o cuoriformi che formano l'alimento del baco da seta. Il frutto (*sincarpio*) somiglia ad una mora di siepe. Un piccolo insetto: la *Diaspis pentagona* o *Cocciniglia del gelso* vive parassita sulla pianta producendo gravissimi danni. Si combatte oggi la Cocciniglia favorendo lo sviluppo, nella regione infestata, di un altro insetto: la *Prospaltella Berlesei*, suo nemico naturale, giacchè esso depone le uova entro il corpo della Cocciniglia, cosicchè la larva che da questo uovo si sviluppa, nutrendosi a spese dell'ospite lo uccide.

Il **Gelso nero** ha more zuccherine con succo rosso ed è meno adatto per il baco da seta. Il **Gelso del Giappone** (*Broussonetia papyrifera*) si utilizza per la fabbricazione della famosa carta giapponese.

Il **Fico della gomma elastica** (*Ficus elastica*), dell'India orientale, dà un latice prezioso perchè da esso si ottiene il *caucciù*.

Ricordiamo anche l'**Albero del pane**, originario dell'Arcipelago indo-malese, che dà frutti ricchi di amido e costituenti un cibo nutriente e sano.

Famiglia: Ulmacee.

L'**Olmo** (*Ulmus campestris*) (fig. 143). – Albero comunemente coltivato nei campi e nei viali. Ha foglie ovali, seghettate, fiori piccoli, verdi, che compaiono prima delle foglie, e frutti alati (*samare*) atti alla disseminazione anemofila.

Famiglia: Salicacee.

Il Salcio comune (*Salix alba*) (fig. 144). – È un grande albero, a rami pieghevoli, tenaci, recanti foglie lanceolate, seghettate, a breve picciuolo, verdognole di sopra e biancheggianti inferiormente. La pianta è dioica. I fiori formano specie di spighe dette *amenti*. Lungo lo stipite di ogni amento staminifero sono inserite delle brattee o squame, sulla cui faccia interna si trovano due stami dalle antere gialle. Se i fiori sono pistilliferi gli amenti sono più piccoli, e le brattee proteggono un pistillo con un corto stilo e due stimmi. Il frutto è una piccola cassula a due valve con semi avvolti in peli bianchi e molli. Gli amenti contengono inoltre ghiandole nettarifere che servono di richiamo agli insetti.

Fig. 146 – Rovere (*Quercus robur*).

1) ramo in fiore - 2) fiori maschili - 3) fiore femminile - 4) frutti - 5) cupola - 6) ghianda in sezione.

Comune lungo i fossi e i fiumi della penisola, questo albero viene coltivato a *testucchio*, cioè *capitozzato* per averne pertiche e vimini da legare. La potatura a *capitozza* consiste nel tagliare tutti i rami in modo che la sommità del tronco si ingrossa e diviene come una specie di capo.

Il **Pioppo** (fig. 145). – Vi sono diverse specie di pioppi. Il **Pioppo nero** (*Populus nigra*) è un albero alto con chioma affusata, piramidale; foglie sparse, ovate, dentate, lungamente picciuolate; amenti staminiferi e pistilliferi (pianta dioica). L'impollinazione è anemofila. Il frutto è una capsula che contiene semi pelosi atti ad essere trasportati dal vento. Il **Pioppo bianco** (*Populus alba*) differisce dal precedente per la chioma larga, le foglie palmate-lobate, di sopra glabre e verdi, di sotto bianco tomentose. Le gemme non sono vischiose. Il **Pioppo tremulo** (*P. tremula*) è così detto perchè al minimo movimento dell'aria si produce un tremolìo di tutte le sue foglie. Questi alberi vivono presso le rive dei fiumi e nei luoghi umidi e boschivi.

Famiglia: Cupulifere.

Querce - La **Rovere** (*Quercus robur* var. *sessiliflora*) (fig. 146). – Grande albero a chioma larga, tronco con scorza scura, screpolata, foglie sparse,

Fig. 147 – Il Castagno (*Castanea sativa*).

1) ramo in fiore - 2) fiore maschile - 3) infiorescenza femminile - 4) fruttescenza con la cupola deiscente - 5) frutto.

coriacee, lobate. I fiori staminiferi si trovano in amenti penduli e sono formati da stami ad antere verdognole accompagnati da un involucro diviso in lacinie lunghe, strette, cigliate. Gli amenti pistilliferi sono in gruppetti di due a quattro, sessili o quasi, all'ascella delle foglie superiori. Sono rotondi e costituiti da squame rossicce racchiudenti un pistillo che termina con uno stimma trilobo. Dopo la fecondazione si forma un achenio (*ghianda*) cinto alla base dalla *cupola* proveniente dalle squame protettrici dell'ovario divenute dure e legnose.

La Rovere forma estesi boschi ed è molto pregiata per il suo legno, per le ghiande, per il tannino della scorza usato per la concia delle pelli.

Somiglia alla Rovere la **Farnia** (*Q. pedunculata*) che ha frutti peduncolati, e forma boschi specialmente nelle pianure. Il **Cerro** ha le foglie più divise e caduche. Sempre verde è invece il **Leccio** (*Q. Ilex*) con foglie coriacee, lanceolate, verde scuro. La **Quercia da sughero** (*Q. suber*) è pure sempreverde ed ha una scorza grossissima dalla quale si trae il *sughero*. È propria delle regioni calde dell'Italia centrale e meridionale. La **Q. Aegylops** o **Vallonea** è ricca di tannino. Cresce nella Grecia e nell'Asia Minore.

Il **Castagno** (*Castanea sativa*) (fig. 147). – Il Castagno forma boschi estesissimi nel nostro Appennino, ed è assai pregiato per i suoi frutti; utilizzato è pure il suo legno. Il frutto, la comune *castagna*, è un achenio circondato da un involucro carnoso e spinoso (il *riccio*) che si apre a maturità in quattro valve.

Il **Faggio** (*Fagus silvatica*) è un albero alto, slanciato, con corteccia bianchiccia, foglie ovate, quasi intere, con amenti di due sorta. Ha per frutti acheni trigoni (*faggiuole*). Forma magnifici boschi (*faggete*).

Famiglia: Betulacee.

Il Nocciolo (*Corylus avellana*) (fig. 148). – È un arboscello con foglie picciuolate, cuoriformi, seghettate.

I fiori si schiudono prima dell'apparire delle foglie; i fiori staminiferi sono in amenti penduli, giallicci; i pistilliferi in una infiorescenza gemmiforme dal cui apice sporgono gli stimmi come ciuffetti rossi. Gli uni e gli altri si trovano sulla stessa pianta (pianta *monoica*).

I frutti (*nocciuole*) sono cinti alla base da una cupola verde, divisa in alto in lacinie frangiate, e da questa si staccano a maturità.

Fig. 148 – Nocciuolo (*Corylus Avellana*).

1) ramo in fiore che emette il polline (anemofilo) - 2) squamma con fiori maschili - 3) fiore maschile - 4) infiorescenza femminile - 5) squamma con due fiori femminili - 6) ramo con frutti e amenti per l'anno seguente - 7) frutto.

L'**Ontano** (*Alnus glutinosa*). – È un albero di mediocre altezza, frequente a trovarsi lungo i corsi d'acqua e nei luoghi umidi e paludosi. Fiorisce appena le prime nevi si sciolgono, e dà per frutto una specie di infruttescenza somigliante ad una pina. Il suo legno rosso cupo è molto usato per costruzioni idrauliche.

La **Betulla** (*Betulla pendula*) è un bell'albero con corteccia bianca che si stacca in forma di anelli e geme in primavera abbondante succo zuccherino. Cresce in terreni magri ed asciutti.

Fig. 149 – Noce (*Juglans regia*).

Rametto fiorifero (a sinistra in alto); fiore staminifero (a destra in mezzo); fiore pistillifero (a destra in basso) accanto al frutto sezionato trasversalmente.

Famiglia: Iuglandacee.

Il Noce (*Iuglans regia*) (fig. 149). – È un albero grande e maestoso con chioma vasta. Le foglie sono imparipennate, e fresche hanno un odore particolare. I fiori si sviluppano prima delle foglie: gli staminiferi in spighe verdastre che poi anneriscono e cadono; i

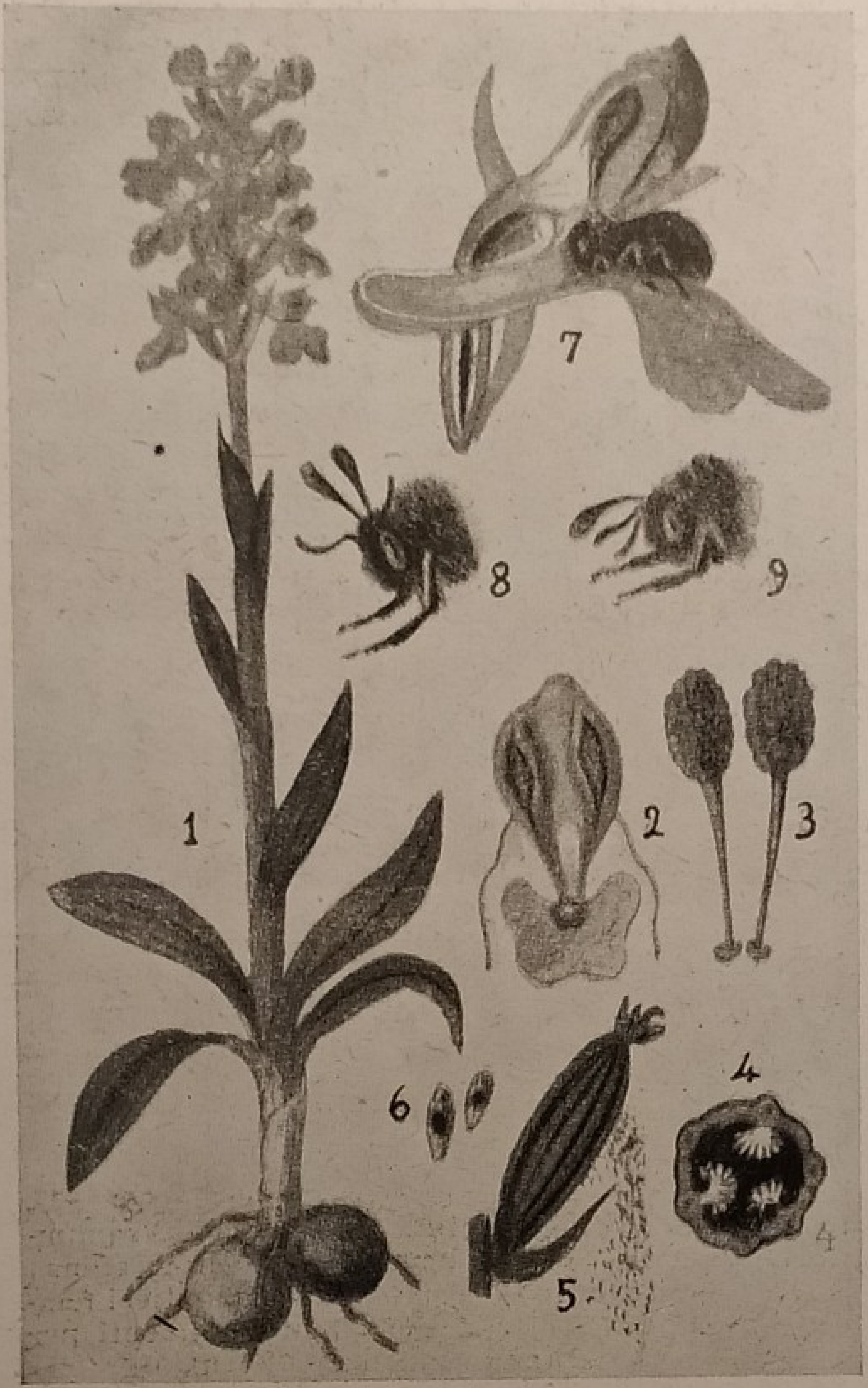


Fig. 150 – Pan di cuculo (*Orchis Morio*).

1) pianta in fiore - 2) antera e stimma discoidale - 3) pollinari con la borsetta viscida - 4) sezione trasversa dell'ovario - 5) cassula deiscente - 6) semi - 7) fiore in spaccato longitudinale, con un pecchione che lo visita - 8) capo di pecchione con due pollinari sulla fronte - 9) i pollinari incurvati.

pistilliferi in numero di 2-4 in cima ai rami. Il frutto (la *noce*) è una drupa con eso- e mesocarpo succolento verde ed amaro (il *mallo*), e nocciolo legnoso in cui si trova l'unico seme oleoso con due cotiledoni lobati.

Si impiega il legno del tronco bruno e marezzato, specialmente per lavori di arte. Dai semi si estrae un olio assai usato (*olio di noce*).

CLASSE: MONOCOTILEDONI

Famiglia: Orchidacee.

Pan di Cuculo (*Orchis morio*) (fig. 150). – È una pianta erbacea, di circa 10-20 cm. di altezza, con radici cilindriche, sottili, fra le quali due molto più sviluppate, carnose, tuberose, ricche di materiale nutritizio. Le foglie sono bislunghe, verdognole, e il fusto porta una spiga terminale di fiori grandi, porporini. Il fiore ha un perigonio di 6 tepali, di cui cinque riuniti in modo da formare come una specie di elmo, e uno molto più grande (il *labello*) prolungato indietro in un lungo sperone cavo entro cui è un tessuto carnoso. All'imboccatura del fiore sta una colonnetta detta *ginostemio*, formata da una sola antera col polline raccolto in due masserelle solide a forma di clava portate da un peduncolo che termina con un bottone adesivo e racchiuse in una piccola tasca, e da uno stilo con cui è saldata. Lo stimma del pistillo è a superficie vischiosa. L'impollinazione avviene per mezzo degli insetti in modo caratteristico. Infatti, allorchè un insetto si posa sul labello, urta col capo contro la colonnetta centrale, e i bottoni adesivi con le loro masse polliniche rese libere gli rimangono attaccati alla testa, cosicchè quando l'insetto vola via porta sulla testa queste masse come due specie di corna, le quali, dapprima diritte, si incurvano in seguito e si portano in avanti così da poter aderire allo stigma allorchè l'insetto visiterà un altro fiore. L'ovario è infero, lungo, cilindrico e con-

Fig. 151 - Una Brasso-Cattleya (fiore bianco). Orchidea da serra (da « *Sapere* »).

Fig. 152 - Cattleya tricolore (da « *Sapere* »).

torto e serve come peduncolo al fiore. Il frutto è una siliqua trivalve con semi minutissimi. Questa pianta è comune da noi nei prati e nei luoghi erbosi. Alla famiglia delle Orchidacee appartengono piante che abbondano nei paesi tropicali, e molte di esse sono *Epifite*, come la **Vainiglia**, i cui frutti forniscono il ben noto aroma. Le Orchidee esotiche si coltivano da noi nelle serre calde per i magnifici fiori (figg. 151, 152).

Fig. 153. Palma da datteri (*Phoenix dactylifera*).

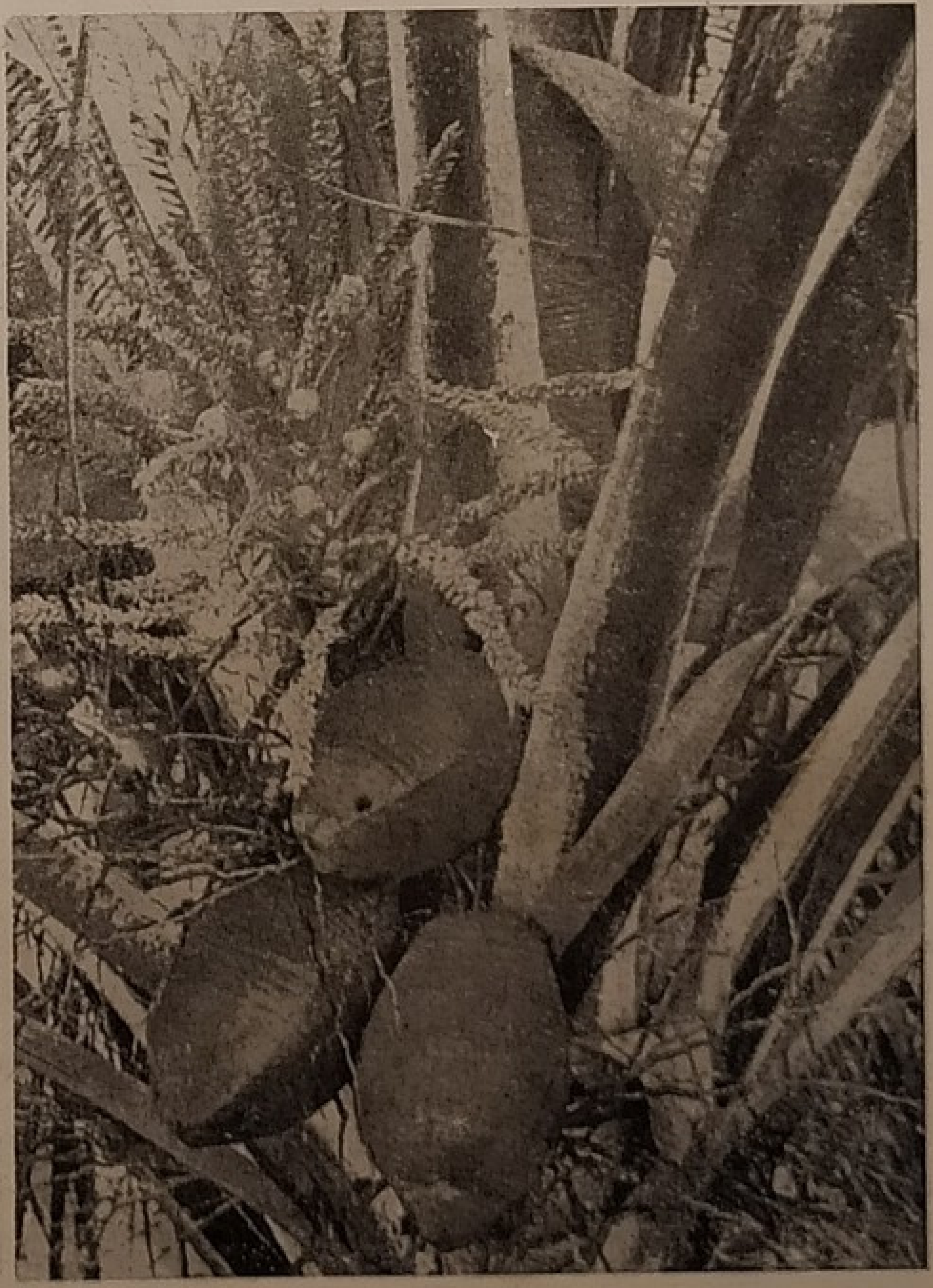


Fig. 154. Palma del Cocco.

Fig. 155 – *Karyota urens.*

Famiglia: Palmacee.

Le Palme abitano le regioni tropicali e subtropicali della Terra. Sono per lo più alberi eleganti, con lo stipite allungato che reca in alto un pennacchio di foglie verdi, pennate o palmate, molto grandi.

La **Palma da Datteri** (*Phoenix dactylifera*), spontanea nelle regioni dell'Africa settentrionale e dell'Arabia, raggiunge fino a trenta e più metri di altezza, formando grappoli di frutti ovoidali (*bacche*) ricchi di zucchero e ricercati per alimento. È pianta dioica, con fiori maschili fitti e gialli, e fiori femminili più verdi e radi; entrambi riuniti in grappoli circondati da una grande spata coriacea e caduca (fig. 153).

La **Palma di San Pietro** (*Chaemerops humilis*) è assai coltivata in Europa a scopo ornamentale per le sue foglie grandi con lamine a ventaglio.

Il **Cocco** (*Cocus nucifera*) (fig. 154) ha una larga diffusione nelle coste dell'India sino alle Isole Filippine e all'Australia, in Africa, in America. Questa «*regina delle Palme*», dal tronco superbamente slanciato, esige clima caldo e umido, sabbioso, e ricco di sali marini. Il frutto, «*la noce di cocco*», è una drupa di circa 30 cm. di diametro e del peso di parecchi chilogrammi, con esocarpo liscio, mesocarpo grossolanamente fibroso, ed endocarpo osseo, quasi lapideo, racchiudente una mandorla oleosa, bianca, piena di un latice dolciastro (*latte di cocco*) buono come bevanda rinfrescante. Questi frutti si possono utilizzare per le fibre, a scopo tessile, per l'estrazione dell'*olio*, del *burro*, e del *grasso di cocco*. Del resto questa pianta fornisce all'abitante dei tropici tutto quanto egli ha di bisogno per l'alimentazione, per il vestiario, per gli arredi di casa.

La **Palma dum** (*Hyphaene*) abbonda in Egitto e in Eritrea e viene utilizzata per la confezione dei *bottoni* con l'avorio dei semi. Nelle Isole della Sonda e nelle Molucche vivono

le **Palme da Sagù** contenenti una fecola (*sagù*) molto nutriente. Nel Madagascar la **Rafia** fornisce ottime fibre tessili. Nella Malesia la **Palma Kittol** (*Caryota urens*) torna molto utile per i suoi prodotti agli indigeni (fig. 155).

Famiglia: Musacee.

Alle Musacee appartengono diverse specie del genere *Musa* tra cui la **Banana** (*Musa paradisiaca*) (fig. 156) con foglie grandi e larghe che si strappano facilmente all'urto dei venti, e frutti carnosi, nutrienti. Si usa da noi soltanto come pianta ornamentale, non arrivando essa a fruttificare, giacchè è pianta dei climi tropicali.

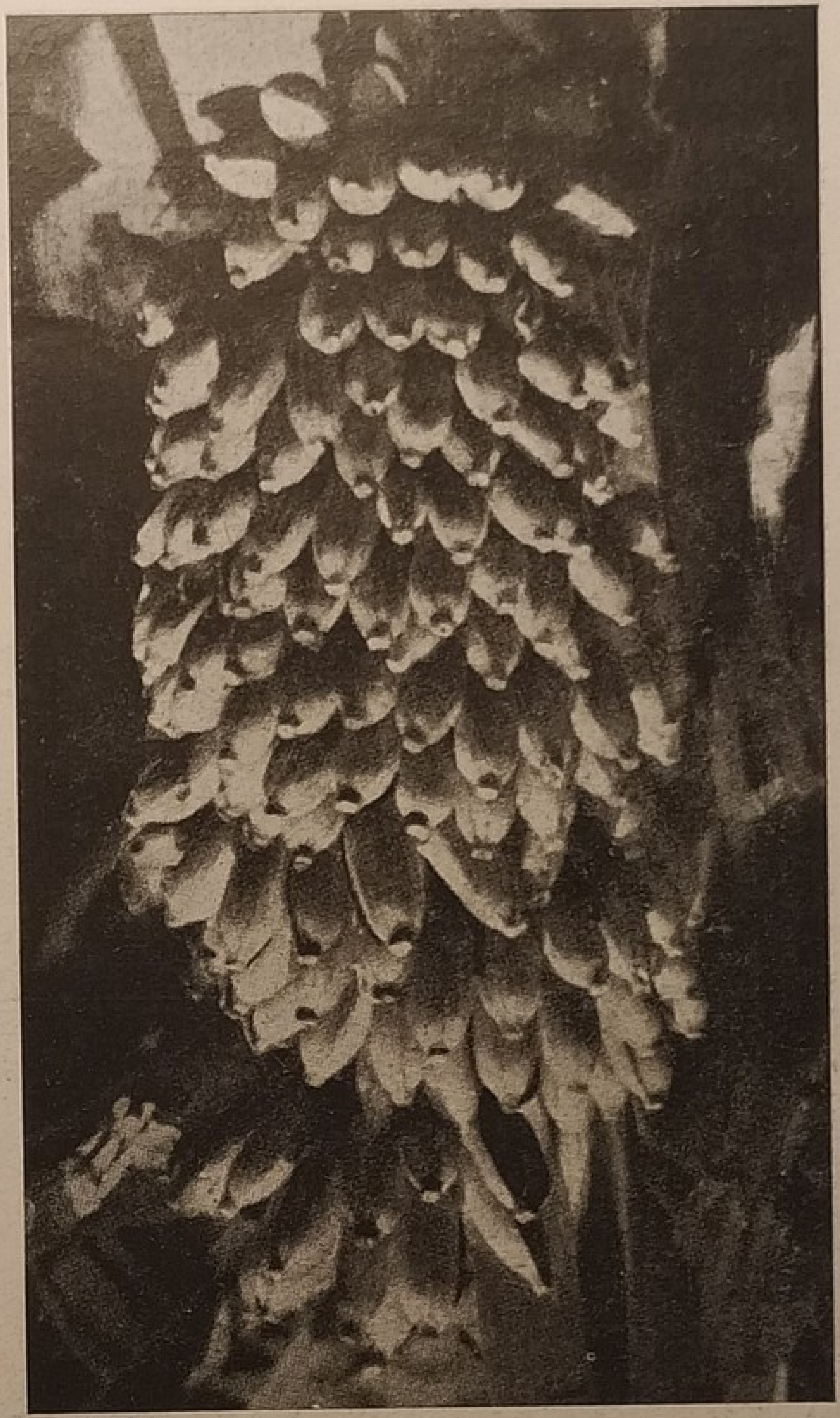


Fig. 156 - Banane.

Famiglia: Graminacee.

Il **Frumento** (*Triticum sativum*) (fig. 157). – Il Frumento è una pianta annua con radice affastellata, fusto sottile, diritto, cavo di dentro e nodoso (*culmo*). Dai nodi partono le foglie le quali abbracciano il fusto per un certo tratto (*guaina*), e poi se ne distaccano formando la *lamina* allungata e parallelinervia. In alto il fusto termina con la *spiga* composta di tante *spighette*, ognuna delle quali porta 3 o 4 fiori, dei quali uno o due sterili, ed è avvolta da due brattee verdi dette *glume*. Ogni fiore è racchiuso entro due altre brattee o *glumelle*, delle quali quella esterna è munita o no di *resta* secondo le diverse qualità di grano. Il fiore è molto semplice essendo formato da un piccolo *perigonio* di due squammette; da 3 stami e da un pistillo con due grandi stimmi piumosi.

L'impollinazione è anemofila. Il frutto è una *cariosside*.

Il Frumento è pianta coltivata dall'uomo fin dalla più remota antichità ed esige un terreno bene arato e concimato.

Il frumento e la battaglia del Grano. – Il primo posto fra i cereali è tenuto dal Frumento, la pianta che fornisce all'uomo il suo principale alimento: il pane, ottenuto coi grani *teneri*, e la farina per la confezione delle paste ottenuta coi grani *duri*.

Il Frumento è stato perciò sempre in ogni tempo oggetto di particolari cure nella sua coltivazione, ma, oggi specialmente, tutto l'esercito degli

agricoltori è stato mobilitato dal Governo fascista al fine di raggiungere il quantitativo sufficiente per i bisogni della Nazione (80 milioni di quintali circa), senza più dover ricorrere, come una volta, alla sua importazione dall'estero, in vista specialmente dell'attuale conflitto armato fra le nazioni

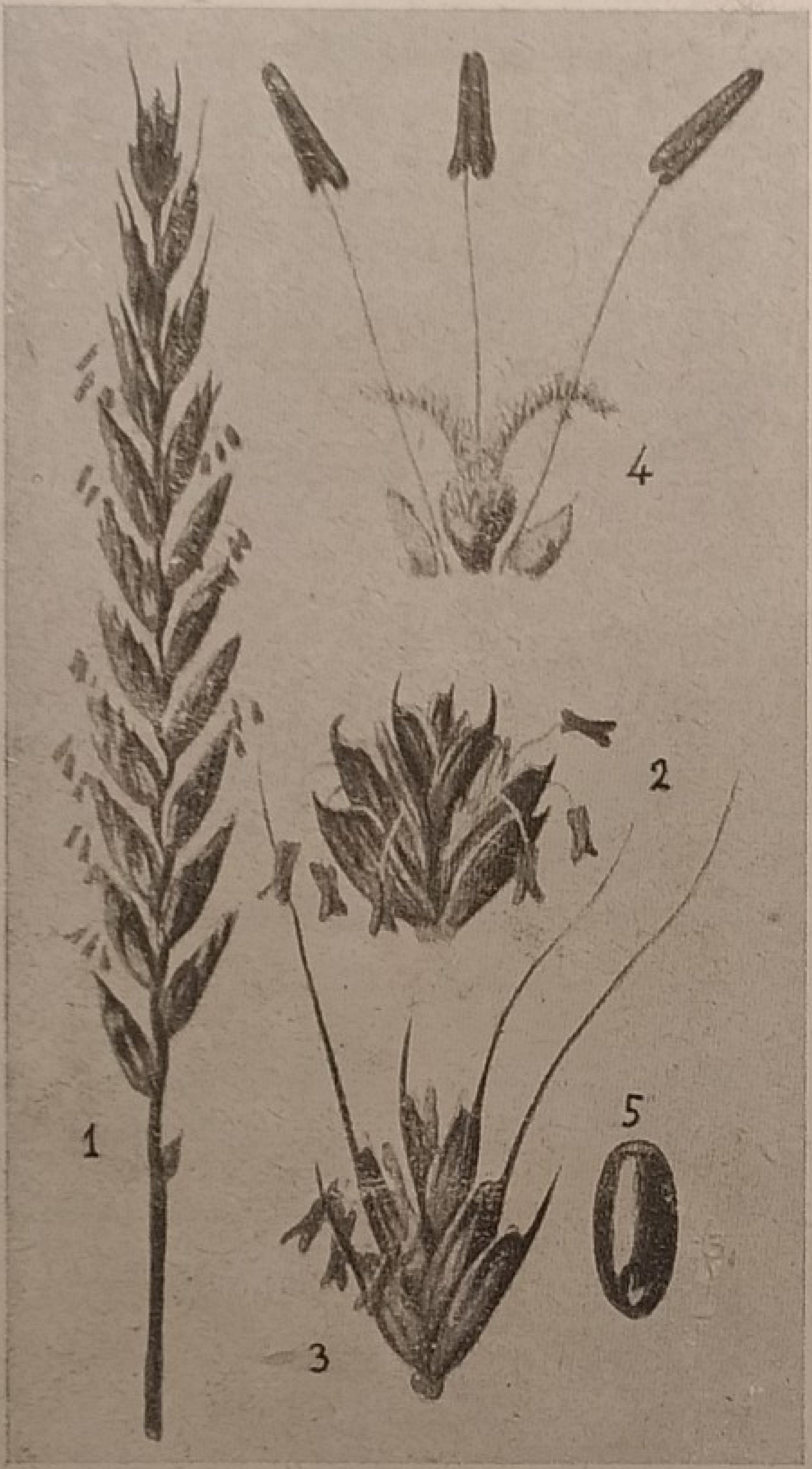


Fig. 157 – Il Grano (*Triticum sativum*).
1) spiga - 2) spighetta della forma mutica - 3) spighetta della forma aristata - 4) fiore con le glumette; le glume sono state asportate - 5) cariosside.

Fig. 158 – Biancullida. Grano coltivato nella provincia di Bari.

che, bloccando i mercati, ha, come è facile capire, conseguenze economiche disastrose. Ma non solo gli agricoltori, bensì tutta una schiera di scienziati hanno cooperato e cooperano a questa redenzione agricola, e Istituti sono sorti, e Comitati, e Sindacati, che formano una falange potentemente attrezzata al fine di vincere questa che fu chiamata dal Duce « *battaglia del Grano* », e che da Lui fu creata e voluta. Fra questi scienziati e questi Istituti dobbiamo ricordare soprattutto lo STRAMPELLI ed il TODARO; Direttore il primo della *R. Stazione di Granicoltura di Rieti* e dell'*Istituto Nazio-*

nale di Genetica per la Cerealicoltura, di Roma. Ad essi dobbiamo la creazione di numerose *razze* di frumenti (*Ardito*, *Mentana*, *Villa Glori*, *Edda*, *Damiano Chiesa*, *Balilla*, ecc.) i quali hanno portato una vera rivoluzione nella tecnica frumentaria, e hanno fatto raggiungere produzioni elevate al

Fig 159 - *Wilhelmina Tarwe.*

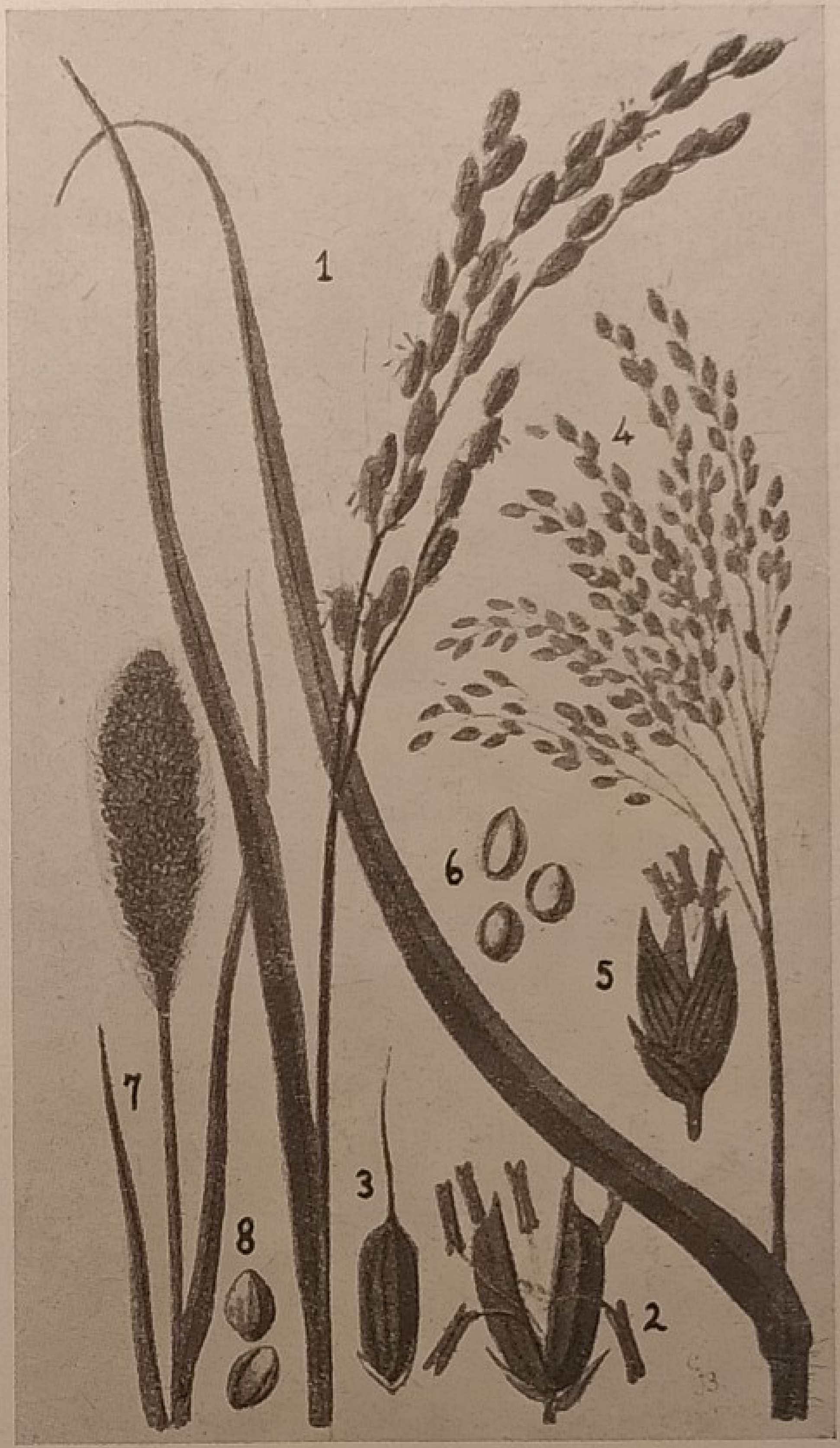


Fig. 160 – Il Riso (*Oryza sativa*).
1) parte superiore della pianta - 2) fiore - 3) cariosside. Panico (*Panicum miliaceum*) - 4) parte superiore della pianta - 5) spighetta - 6, 8) cariossidi - 7) parte superiore del culmo.

punto da ottenere in media 16 quintali per ettaro, e in certe aziende, in via di eccezione, fino a 82 quintali per ettaro, contro i 9 e 10 quintali che si era soliti produrre nell'anteguerra.

Si tratta per lo più di Grani così detti *precoci*, ossia che maturano 20-25 giorni prima delle comuni vecchie varietà, che resistono all'*allettamento* (facilità a stendersi al suolo per effetto dei venti e della pioggia), che riescono a sottrarsi per la loro precocità alla *ruggine* e alla grandine, e che permettono l'avvicendarsi di una seconda coltura (Riso, Tabacco, certe Leguminose, ed ortaggi) entro lo stesso anno, realizzando così un grande vantaggio economico. Specialmente nelle zone di bonifica, un anticipo dei

Fig. 161 – La monda del riso.

lavori di *mietitura* e di *trebbiatura* vuol dire anche diminuzione dei casi di infezione malarica, come è stato constatato in modo non dubbio.

Certamente i Grani precoci esigono maggiore avvedutezza e razionalizzazione nella coltivazione, come diligente preparazione del terreno con aratura profonda, semina a *righe*, lavori di *sarchiatura* (rottura della crosta dura del terreno affinchè l'aria circoli liberamente, ed estirpazione delle male erbe), di *erpicatura* (spianamento del terreno), di *rincalzatura* (ricoprimento delle radici superficiali), *concimazioni* azotate abbondanti, sorveglianza nell'*accestimento* (moltiplicazione dei getti dallo stesso fusto recanti nuove spighe), scelta del tempo giusto per la mietitura, e altri molti accorgimenti tecnici; ma i vantaggi che si ottengono sono molto superiori a quelli dati dalle razze tardive. In ogni modo la coltura *intensiva* viene applicata oggi ovunque è possibile e sempre più estesa; l'uso di concimi chimici in continuo aumento ne è l'indice più evidente.

Fig. 162 – Graminacea dei campi (*Dactylis glomerata* L.).

Un tempo ci si contentava di usare la pratica del *sovescio* (concimazione verde) alternando una coltivazione di Erba medica o altra leguminosa con il Frumento al fine di arricchire il terreno di azoto, giacchè queste piante, mediante i bacteri che vivono nelle loro radici, fissano l'azoto atmosferico e provvedono così a rifornire di questo elemento il terreno impoverito dalla precedente coltura; ma ora si associa

a questa pratica anche l'uso di concimi a base di *fosfato di calcio* e di *potassio* che viene sparso sul campo prima ancora di seminare il Trifoglio.

Anche per quanto riguarda l'uso delle *macchine* agricole per la mietitura e la trebbiatura, la scelta dei terreni e dei luoghi, la produzione di sementi selezionate ottenute per incroci, la conservazione dei raccolti nei *silos* (locali chiusi ed asciutti), la organizzazione delle vendite, la utilizzazione dei sottoprodotti (*paglia*, *crusca*, *pula*, usata per imballaggio di merci fragili), il progresso è stato sempre e dovunque rapido, e tale da far sperare che sempre nuove vittorie si aggiungano a quelle già ottenute. La propaganda attivissima fatta tra i rurali con numerose iniziative, come quella dell' *Autotreno del Grano*, delle conferenze, dei premi, dei giornali, delle riviste, ha valso a scuotere gli animi, anche i più renitenti, cosicchè l'esercito degli agricoltori è in marcia, orgoglioso di servire la Patria come l'esercito in armi dei suoi soldati. Le figg. 158, 159 rappresentano alcune varietà di grano a spiga aristata e a spiga mutica.

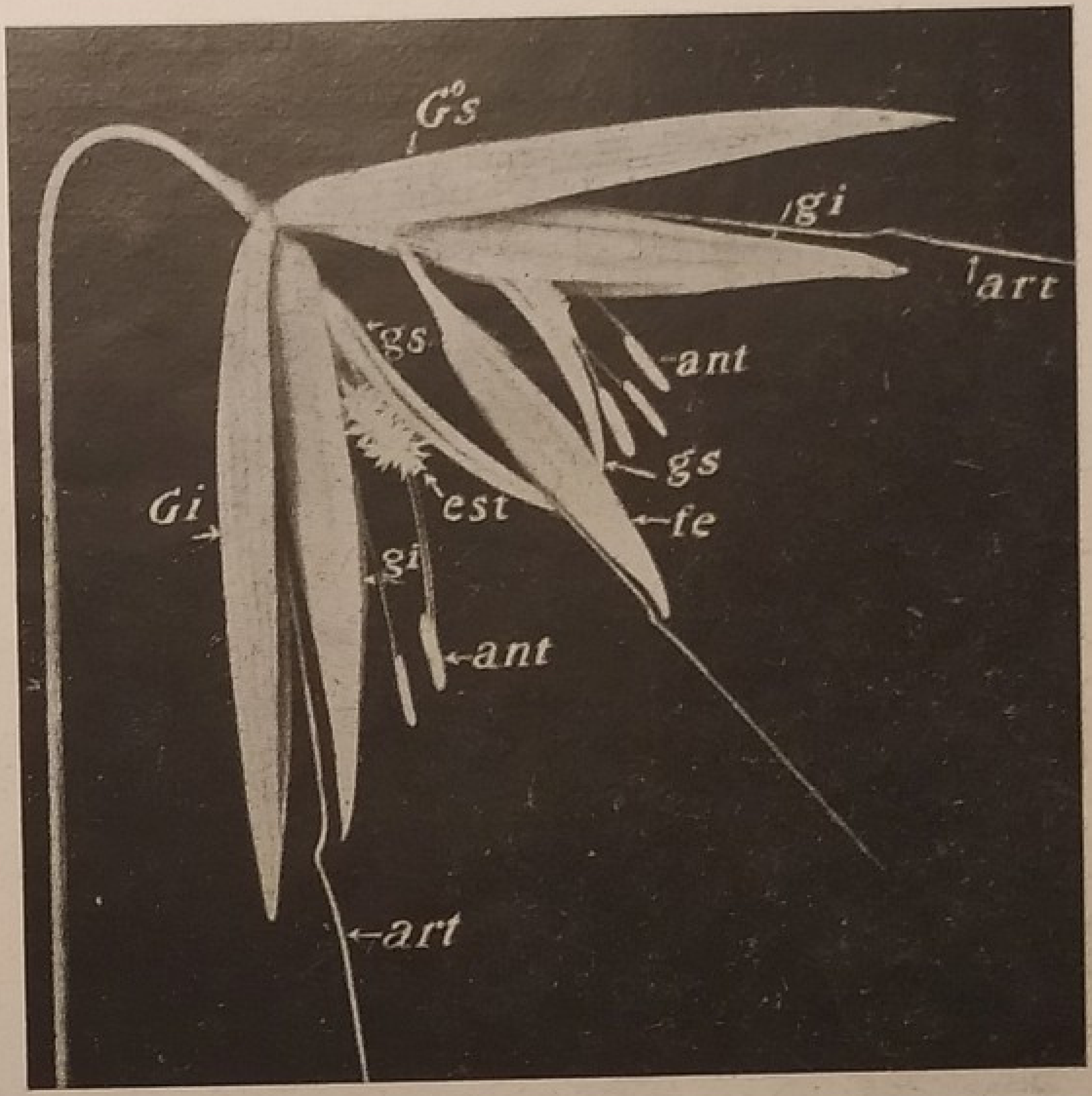


Fig 163 - Spighetta di Avena (*fot. Field Museum*).

Questa è sostenuta da un lungo stelo e formata da due *glume*: l'inferiore (*Gi*) e la superiore (*Gs*) e da tre fiori. Ognuno di questi nasce all'ascella di una *glumella inferiore* (*gi*) di fronte a cui sta la *glumella superiore* (*gs*); in mezzo a queste due ultime spuntano i tre *stami* (*ant*) e gli *stimmi* (*est*). Il fiore inserito più in alto (*fe*) è sterile. Le glumelle inferiori portano inserita sul dorso una lunga *resta*, piegata verso la metà (*art*).

Fig 164 - Canna da Zucchero (*Saccharum officinarum*).

Altre Graminacee da ricordarsi sono:

Il **Riso** (*Oryza sativa*) (fig. 160). – Ha infiorescenza a pannocchia racemosa pendente, costituita da spighette ad un fiore ermafrodito

e con 6 stami. La pianta cresce sotto l'acqua nelle risaie che vengono inondate regolarmente fino a che il fusto divenuto aereo non porta le spighe mature. Si conosce però una varietà: *Riso di monte* o *secco* (*Oryza montana* e *glutinosa*) che cresce anche in terreno secco, ed è coltivata specialmente nelle regioni montuose della Cina, Cocincina, Giava. Il frutto è una cariosside oblunga e bianca con le glumelle molto aderenti.

Fig. 165 – Giaggiolo o Iride (*Iris germanica*).

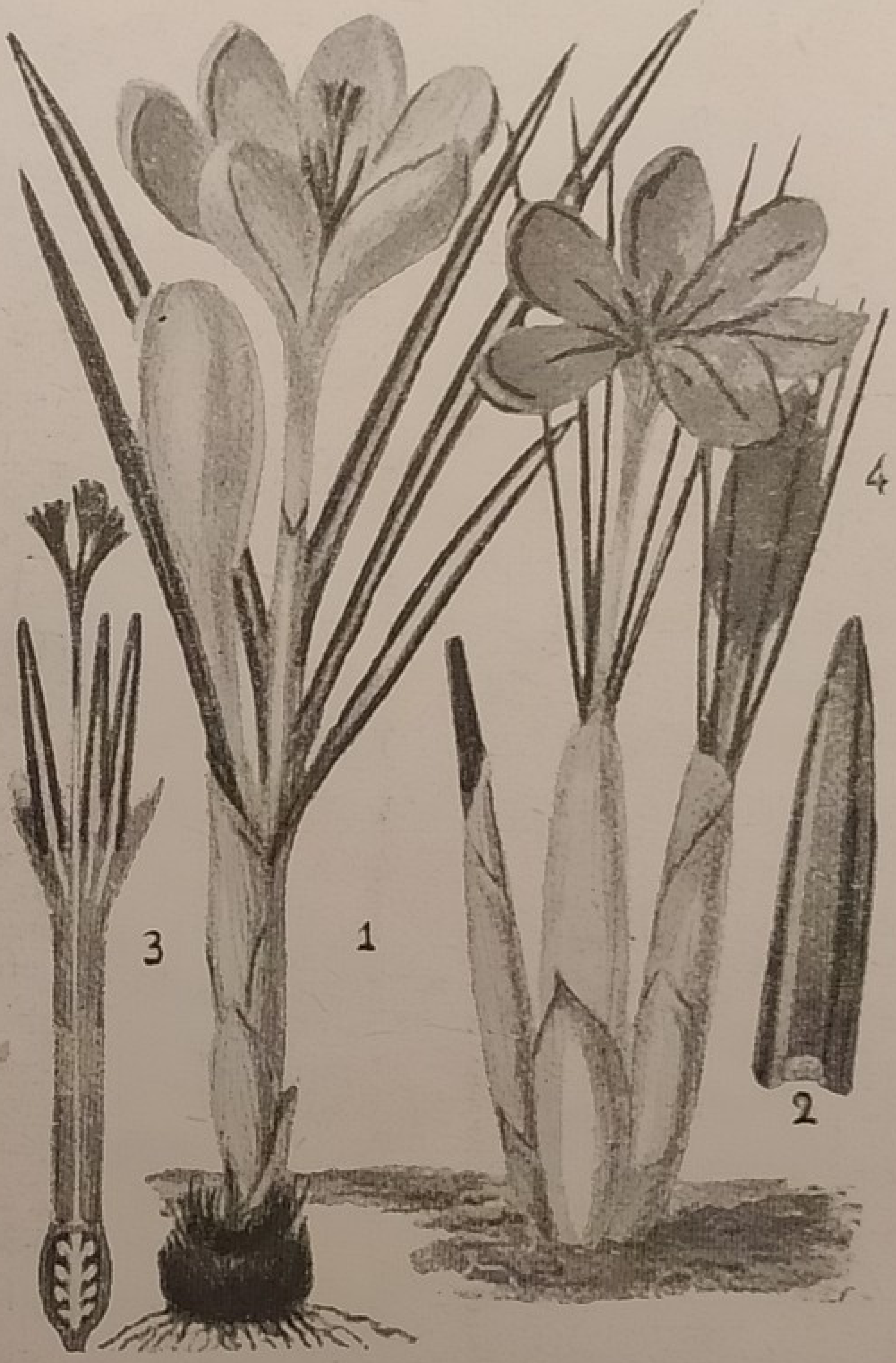


Fig. 166 – Zafferano.

1) *Crocus vernus* - 2) foglia ingrandita (apice) - 3) sezione longitudinale del fiore - 4) *Crocus aureus*.

In Europa l'Italia tiene il primo posto nella produzione del Riso, che è specialmente coltivato nella pianura padana (provincie di Vercelli, Novara, Pavia, Milano). Quivi infatti si trovano le *risaie*, che sono terreni paludosi per natura, o resi tali artificialmente mediante l'irrigazione, nei quali si semina a primavera il Riso e si raccoglie verso la metà di Settembre, o poco prima o poco dopo, a seconda delle varietà adoperate.

Nel primo caso la risaia si dice *stabile* e non vi si può coltivare altre piante che il Riso; nel secondo caso si ha la *risaia avvicendata*; si coltiva cioè il Riso per tre anni, poi il Granturco per due anni, poi per un anno Frumento o Avena o Segale, e si ricomincia. La semina si fa *a righe*, lasciando uno strato di circa 5 cm. di acqua, e poi aumentando lo strato di acqua fino a una ventina di centimetri, man mano che la pianta cresce e si sviluppa.

Occorre poi lasciare fra riga e riga uno spazio sufficiente per il passaggio delle operaie (*mondariso*), le quali compiono l'operazione della *monda* (estirpazione delle male erbe) almeno

quattro volte prima che il Riso sia maturo (fig. 161). Il fondo della risaia è costituito da terreno poco permeabile (argilloso) e le acque di irrigazione devono essere piuttosto melmose perchè più ricche di sostanze nutritizie. Nella pianura Padana si utilizzano le acque delle *risorgive*. La raccolta viene fatta a mano, come si fa per il Grano, e si procede quindi alla *trebbiatura*. I grani di Riso rimangono però rivestiti ancora delle loro glumelle, e

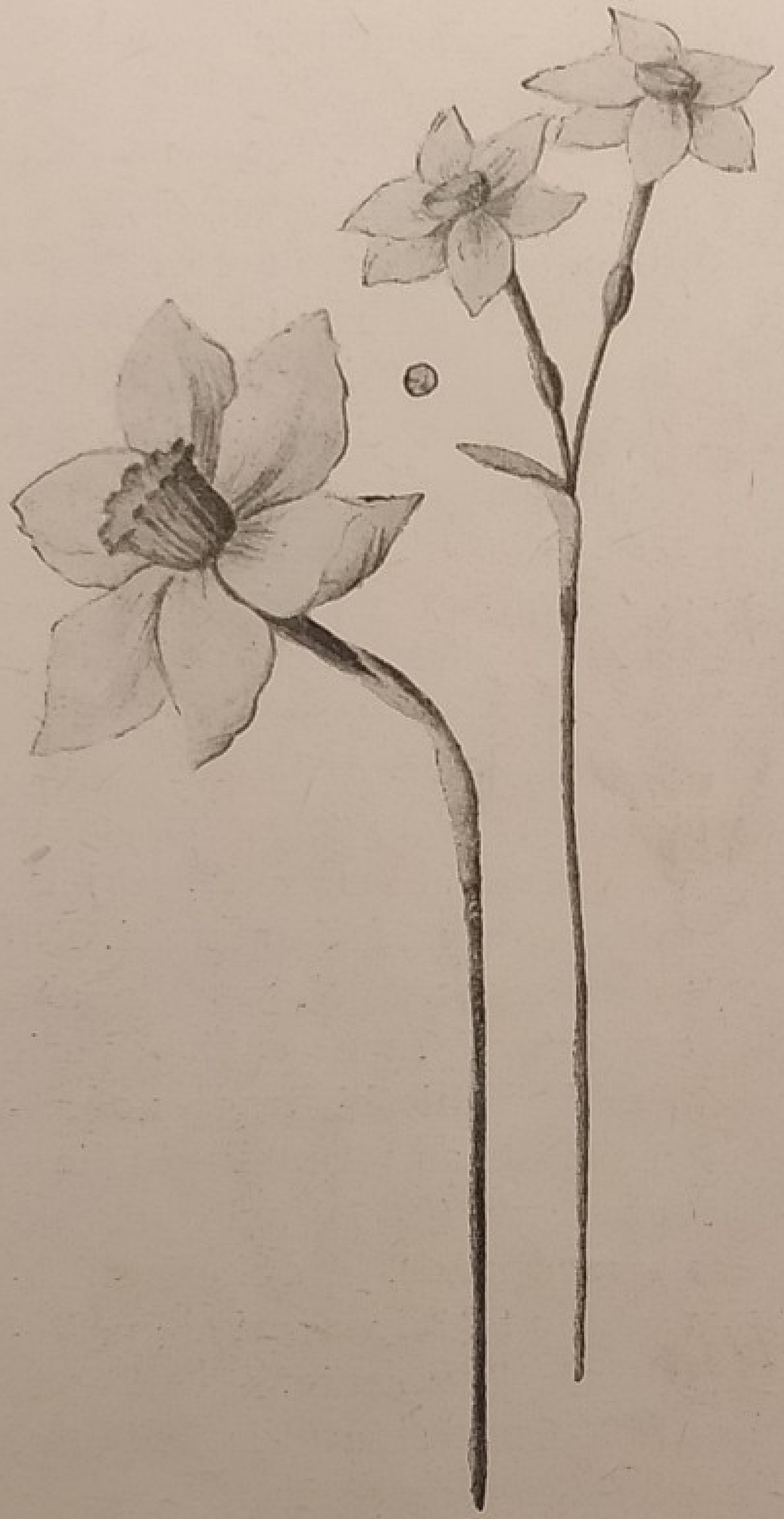


Fig. 167 – Narciso (*Narcissus poëticus*).

Fig. 168 – Il taglio della foglia dell'*Agave sisalana* a scopo industriale.

occorre quindi essiccarli e inviarli poi ai *brillatoi*, nei quali, mediante operazioni meccaniche, si toglie ad essi, oltre che le glumelle, anche il rivestimento esterno ed il germe, sottoponendoli quindi a lucidatura.

Il Riso è un ottimo alimento carboidrato, e il suo uso dovrebbe essere più diffuso da noi. Anche per questo scopo è stata istituita dal Governo fascista una intensa propaganda (*giornata del Riso*) e si è proceduto ad una più razionale organizzazione della produzione e del consumo.

Il **Granturco**, detto anche *Granone* o *Mais* (*Zea mais*) è pianta originaria dell'America, dove è assai coltivata; ma è pure estesamente coltivata in tutta l'Europa centrale, ed in Italia se ne hanno molte varietà.

È pianta monoica, portante in alto una grande pannocchia di fiori staminiferi e in basso, all'ascella delle foglie, i fiori pistilliferi riuniti in spighe solitarie e avvolte da grandi brattee. Gli stimmi filiformi e lunghissimi dei pistilli pendono fuori dalle brattee come una barba. Le cariossidi, generalmente gialle (ma anche rosse o bianche o nere o brizzolate), sono disposte longitudinalmente sopra uno spesso asse (*tutolo*).

Fig. 169 – *Lilium Martagon* (*fot. Alinari*).

Il Granturco viene coltivato a scopo alimentare o sottoposto alla distillazione per la fabbricazione dell'alcool. Esso è facile a fermentare e ad ammuffire, specialmente all'aria umida e calda delle stive delle navi di trasporto, e questo è pericoloso, potendo dare origine a malattie come la *Pellagra*; perciò prima di immagazzinarlo occorre essiccarlo completamente sia al sole sia in essiccatoi artificiali.

In Italia si coltiva abbondantemente in rotazione con altre piante, da solo o in associazione con Leguminose (*Fagioli*) o con Barbabietole. A seconda della varietà, si semina in primavera, o in Maggio, o in Agosto. La concimazione deve essere abbondante, a base di sali fosfatici e potassici. Dopo la raccolta si procede alla *sgranatura* (non subito però, perchè i chicchi traggono ancora nutrimento dalle foglie e dal graspo (*tutolo*) nel quale sono incastrati), e quindi all'*essiccamento*, altrimenti si guasterebbero facilmente.

L' Orzo (*Hordeum vulgare*), ha fusto alto fino a un metro, foglie ruvide, e una lunga spiga con spighette formata da un fiore solo, disposte in quattro file verticali. La brattea esterna del fiore porta una lunga resta. Cariosside lunga, acuta alle due estremità, gialla.

L'*Orzo* è una pianta molto simile al Frumento e cresce bene tanto nei climi freddi che in quelli caldi, maturando rapidamente. Si usa per foraggio, per biada, o per fare pane o minestra per bambini (*crema d'orzo*), per fabbricare birra (con l'orzo germogliato e ucciso col calore o *malto*), come surrogato del caffè.

Molto coltivato è l'Orzo in Russia, Germania, Inghilterra, Stati Uniti e Paesi coloniali. In Italia: nella Toscana, Lazio, Lombardia, Sicilia.

Una specie selvatica di questo genere, detta **Forasacco** (*Hordeum murinum*), più bassa, ma dello stesso aspetto delle coltivate, è frequente nei prati e lungo le strade.

Frequente pure nei seminati è il **Loglio** (*Lolium temulentum*), pianta annua con spiga formata di spighette di 5-7 fiori ognuna, e con semi somiglianti a quelli dei cereali, ma molto velenosi. Una graminacea comune pure nei campi è la **Dactylis glomerata** L. (fig. 162).

La **Segale** (*Secale cereale*), è pianta che cresce sui monti dove non fa il grano. Ha fusto alto fino a due metri, con spiga allungata, munita di reste rigide e che da ultimo sta chinata. Le spighette sono composte di due fiori ognuna. I semi si riconoscono per il

colore grigio, per essere acuminati inferiormente, per avere un solco profondo, e per portare un ciuffo di peli all'estremità.

La *Segale* si coltiva molto nei paesi settentrionali dell'Europa e dell'America dove, per la rigidità del clima, non è possibile la coltivazione del Grano. La farina è bruna e quindi il pane è scuro. Serve anche per fabbricare alcool. La Russia fornisce circa il 40 % della produzione mondiale.

L'**Avena** (*Avena sativa*) ha l'infiorescenza a pannocchia con spighette di due fiori e con glume munite di resta robusta e inginocchiata. I semi sono cilindrici e appuntiti (fig. 163).

L'*Avena* si usa come alimento degli equini; ma con la sua farina si fanno anche minestre per bambini, nutrienti e rinforzanti. L'Avena è diffusa specialmente nel climi umidi dell'Irlanda, Scozia, Danimarca e Norvegia, ma soprattutto in Russia e negli Stati Uniti. In Italia la produzione oscilla fra i 4 e i 5 milioni di quintali annui.

Fig. 170 - A sinistra: *Muscari botryoides*, a destra: *Muscari comosum* (Cipollaccio col fiocco).

La **Canna da zucchero** (*Saccharum officinarum*) (fig. 164) è pianta perenne, con rizoma angoloso, duro, dal quale sorgono parecchi steli grossi, nodosi, lisci, alti da 3 a 4 e più metri, pieni di tessuto molle, succoso, e contenente lo zucchero. Gli steli portano foglie lunghe, parallelinervie, e i fiori ricordano per la loro struttura quelli dell'Avena e del Grano. Vegeta nei paesi caldi, dove è molto coltivata per estrarre lo zucchero dal midollo contenuto nel fusto.

È specie originaria dell'Asia dove si coltiva da tempi remotissimi; ma la sua coltura si diffuse dall'Asia all'Africa e all'America, ovunque regna un clima caldo e umido. La coltivazione della pianta è legata alla triste storia della *tratta dei negri* dell'Africa. La *Canna da zucchero* si raccoglie prima che il seme sia completamente maturo.

Gli steli si tagliano a una certa distanza dalla base, e si liberano dalle cime, le quali si innestano sulle basi per il nuovo raccolto. Le Canne così tagliate vengono quindi sottoposte a pressione, e il sugo che se ne ricava serve per estrarre lo zucchero. Fra i sottoprodotti importante è la *melassa*, che trova impiego nella fabbricazione del *Rhum*.

Un tempo la Canna da zucchero era coltivata anche nell'Italia meridionale (Sicilia); ma ora è sostituita dalla Barbiabetola.

Altre Graminacee sono il **Miglio**, la **Saggina** o **Sorgo**, utilizzata sia per l'alimentazione del bestiame, sia per fare *granate* coi peduncoli delle infiorescenze. Una sua varietà è la **Durra** d'Africa usata per fare pane dagli indigeni. Lo **Sparto** (*Lygeum Spartum*) e (*Ampelodesmos tenax*), e l'**Alfa** (*Stipa tenacissima*) sono pure Graminacee dell'Africa molto utilizzate per fare cordami, stuoie, e fabbricare carte (specie l'*Alfa*). Comune nei prati è il *Phleum*, la *Dactylis glomerata* (fig. 162) e molte altre.

Famiglia: Iridacee.

Giaggiolo (*Iris florentina*). – Ha un grosso rizoma orizzontale, dal quale si innalzano ciuffi di foglie conformate a sciabola, piegate in due. Il fusto

Fig. 171 - Yucca in fiore.

porta da 3 a 5 fiori grandi, bianchi, con perigonio di 6 lobi, dei quali tre ripiegati in basso e provvisti nel mezzo di una larga striscia di peli gialli, e tre interni convergenti. L'ovario, infero, porta tre stimmi larghi e di apparenza corollina che ricoprono e nascondono ognuno uno stame. Il frutto è una cassula. Una specie affine è l'*Iris germanica* e *siberica* che ha il fiore violaceo (fig. 165). Dai rizomi si ricava l'*ireos*, polvere usata in profumeria.

Lo **Zafferano** (*Crocus vernus* ed *aureus*) (fig. 166) è coltivato specie in Abruzzo per utilizzarne gli stimmi essiccati come materia colorante e come condimento. I fiori sono di color lilla rigati di scuro.

Famiglia: Amarillidacee.

Il **Trombone** (*Ajax pseudonarcissus*). – Lo scapo è schiacciato, lateralmente accannellato, e porta in cima un solo fiore grande, giallo, in parte inclinato.

Il perigonio è ad imbuto, diviso superiormente in 6 lobi che circondano una parte centrale fatta a campana. Gli stami sono 6, e l'ovario, di tre caselle, è infero. Fiorisce da Febbraio ad Aprile, ed è comune nei prati e nei campi.

Altre specie di questo genere, spontanee o coltivate, sono: la **Giunchiglia**, il **Narciso** con un solo fiore bianco e la campana gialla listata di rosso (fig. 167).

Nei luoghi di montagna fiorisce il **Bucaneve** (*Galanthus nivalis*) dall'unico fiore bianco pendente con 6 stami.

L'**Agave** (*Agave americana*) (fig. 168) ha foglie grosse, carnose, glauche, spinose dentate, lunghe fino a due metri. Dopo molti anni si innalza dal mezzo del cespuglio uno scapo gigantesco che porta una grandissima pannocchia di centinaia di fiori giallo-verdognoli. Questa pianta, oriunda del Messico, si è sparsa per tutte le rive del Mediterraneo, e viene utilizzata per le

Fig. 172 - Colchico (*Colchicum autumnale*).

fibre delle foglie assai resistenti. I Messicani ricavano da incisioni fatte nella gemma terminale di questa pianta un liquido, che, per fermentazione, dà il *pulque*, bevanda alcoolica.

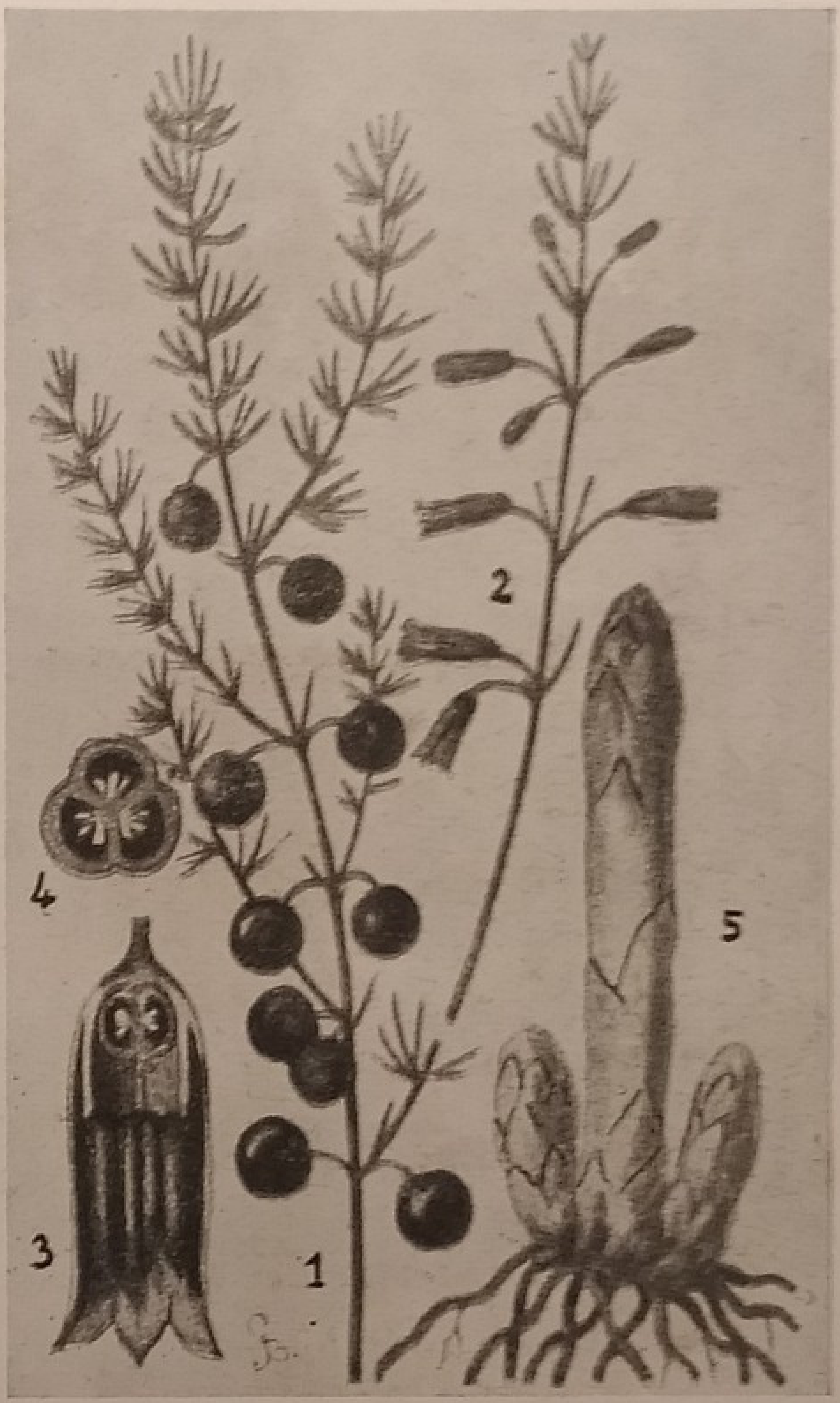


Fig. 173 – Asparagio (*Asparagus officinalis*).
1-2) rami con bacche e fiori - 3) fiore (sezione longitudinale) - 4) ovario (sezione trasversale) - 5) rizoma con polloni giovani.

Famiglia: Gigliacee.

Giglio (*Lilium candidum*). – Ha un bulbo sotterraneo con molte squame bianche, carnose, dal quale si innalza in primavera un fusto di circa un metro di altezza e che porta foglie lanceolate, sempre più piccole man mano si va verso l'alto.

In cima al fusto sta un grappolo di fiori grandi, bianchi, profumati che constano di 6 tepali, di 6 stami con antere dorate poste a bilico, di un ovario triloculare con stili lunghi e stimma trilobo. Il frutto è una cassula.

Il **Giglio rosso** è di colore rosso aranciato ed è spontaneo nei luoghi di pianura e di collina. Nei luoghi montuosi si trova il **Martagone** (*L. Martagon*) (fig. 169) a fiori rosso vinoso punteggiati all'interno.

Il **Tulipano** (*Tulipa gesneriana*) cresce spontaneo nei campi in primavera. Numerose e belle varietà di questo fiore si coltivano dai giardinieri, specie in Olanda.

Il **Giacinto** (*Hyacinthus orientalis*) è pure coltivato nei giardini, specie nella varietà a fiori doppi.

Comune nei prati è il **Latte di gallina** (*Ornithogalum umbellatum*) con foglie strette lineari, rigate da una fascia bianca nel mezzo, e un corimbo di fiori bianchi come latte, fatti a stella. Comunissimo ovunque nei campi e nei prati è il **Cipollaccio col fiocco** (*Muscari comosum*) (fig. 170) con scapo terminato da un lunghissimo grappolo di fiori piccoli, e recante in alto come una specie di fiocco formato da fiori violacei sterili. A scopo commestibile si coltiva la **Cipolla** (*Allium cepa*) per le squame carnose del bulbo. Il fusto, alto fino a un metro, è accannellato, panciuto verso la base, e porta in alto un'ombrella di fiori piccoli, verdognoli, circondati da brattee.

L'**Aglio** (*Allium sativum*), lo *Scalogno*, il *Porro*, e altre specie affini, si coltivano per condimento delle vivande.

Coltivate nei giardini a scopo ornamentale sono alcune Gigliacee esotiche come l'**Aloe**, pianta che sembra originaria dell'America tropicale; la **Yucca** (fig. 171) propria della zona desertica messicana, dai bei fiori bianchi; la **Dracoena drago** delle Canarie che fornisce il *sangue di drago* delle farmacie.

Fig. 174 – Ananasso (*Ananassa sativa*).

Alla famiglia delle COLCHICACEE appartiene il **Colchico** (*Colchicum autumnale*) (fig. 172). I suoi fiori, a sei tepali roseo-violacei, spuntano fuori dal terreno in autunno, prima delle foglie. I frutti, a semi bruni, molto velenosi, sono contenuti in una cassula triloculare.

Lo **Sparagio** (*Asparagus officinalis*) (fig. 173), della famiglia delle Asparagacee, è una pianta con rizoma corto e grosso da cui partono fusti aerei che si diramano molto in rami sottili, gli ultimi dei quali hanno l'aspetto di setole (*fillocladi*) disposte all'ascella delle foglie ridotte a squame. I fiori sono giallognoli, campaniformi, unisessuali. Il frutto è una bacca di color rosso a maturità.

A scopo alimentare si usano i *turioni* della pianta, i quali non sono che i giovani germogli teneri e carnosi con piccole foglie squamiformi che escono dal terreno in primavera, e sono prodotti dal rizoma sotterraneo.

Una pianta perenne che cresce nei boschi è il **Pugnitopo** (*Ruscus aculeatus*) (fig. 37) notevole per i suoi ultimi rami appiattiti, verdi, simili a foglie. Le vere foglie stanno alla base di questi rami quali minute squame appena visibili. I rami appiattiti portano nel mezzo della faccia superiore pochi fiori piccoli, verdognoli, staminiferi in alcune piante, in altre pistilliferi (pianta dioica). Il frutto è una bacca rosso scarlatta.

Pianta ornamentale è il **Mughetto** (*Convallaria maialis*), coltivato nei giardini.

Altre famiglie appartenenti alle Monocotiledoni:

Le ALISMACEE a cui appartiene la **Sagittaria**, notevole per la sua *eterofillia* (fig. 44).

Le POTAMOGETONACEE a cui appartiene la **Vallisneria** (fig. 298) (vedi Cap. Impollinazione), l'**Elodea** e il **Potamogeton** (fig. 320).

Le CIPERACEE a cui appartengono i **Giunchi** delle acque stagnanti e le varie specie di **Carici** le cui foglie servono per impagliare seggiole, fiaschi, ecc. Il **Papiro**, che forniva agli antichi la nota carta, cresce ancora nelle paludi dell'alto Egitto e da noi presso Siracusa. L'**Erioforo** delle regioni alpine ha frutti piumosi (fig. 300).

Le BROMELIACEE a cui appartiene l'**Ananasso** (fig. 174), il cui così detto *frutto* è formato dalle parti dell'infiorescenza saldate insieme e divenute carnose.

Le ARACEE a cui appartiene il **Gigaro** (*Arum italicum*) (fig. 297), pianta comune nei fossi e della quale parleremo a proposito dell'impollinazione.

Le ZINGIBERACEE sono piante tropicali fornenti droghe (*zenzero, cardamomo*).

Le CANNACEE a cui appartiene la nota **Canna d'India**.

Le LEMNACEE a cui appartiene la **Lenticchia d'acqua** o **Lemna**, comune nelle acque stagnanti, formata da una fogliolina verde galleggiante con una radice filiforme assai lunga, in basso.

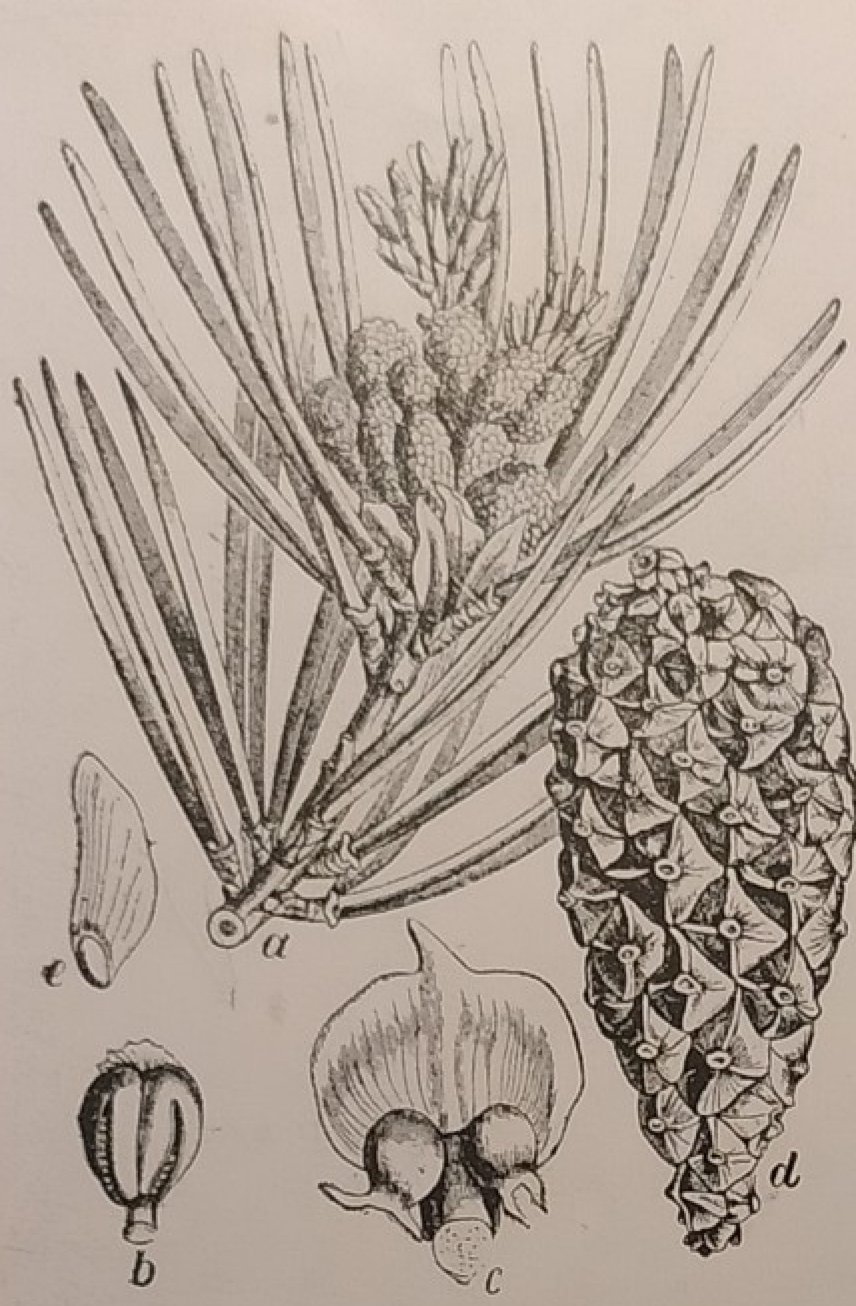


Fig 175 – *Pinus silvestris.*

a) rametto fiorifero - *b)* squamma staminifera - *c)* squamma pistillifera - *d)* pina - *e)* frutto.

Sottotipo:

Fanerogame Gimnosperme.

Gimnosperme.

Le *Gimnosperme* comprendono le *Cicadee*, le *Gingkoacee*, le *Conifere*, le *Gnetacee*. Diffuse e importanti sono le Conifere.

Sottoclasse: Conifere.

Il **Pino silvestre** (*Pinus silvestris*) (fig. 175) è un albero di alto fusto con portamento piramidale e foglie aghiformi appaiate. I fiori maschili sono riuniti in infiorescenza ad *amento*, poste verso la cima dei rami. L'asse della infiorescenza porta, a verticilli sovrapposti, molte foglie o squame che recano sul lato inferiore due logge piene di granelli pollinici. L'infiorescenza femminile è conica e anch'essa formata da

Fig. 176 – Pineta di Classe (fot. *Chiorboli*).

squame disposte a spirale e ad embrice sull'asse allungato della infiorescenza; ogni squama porta due ovuli liberi dal lato interno.

L'impollinazione è *anemofila*, e il frutto, o meglio la infruttescenza, è la nota *pina* (*strobilo* o *cono*) con le squame che, da prima verdi, divengono poi brune e lignificate. Gli ovuli si trasformano in semi o *pinoli*.

Fig. 177 – *Abies excelsa*.

a) rametto con amenti staminiferi - *b*) estremità di rametto con amento pistillifero - *c*) frutto alato - *d*) squamma con due frutti - *e*) pina.

Fig. 178 – Ramoscello di Cipresso (*Cupressus sempervirens*) con frutti (*galbuli*) legnosi e aperti.

Oltre al Pino silvestre si conoscono altre specie di Pini, come il **Pino bianco** e il **Pino da pinoli** (fig. 176) con la chioma espansa ad ombrello, ambedue diffusi lungo certe spiagge marine a formare splendide pinete come quella di Classe, di Ravenna (figg. 176 e 328), di Anzio; il **Pinastro**, il **Pino nero**, il **Pino laricio**, ecc.

Altre Conifere: gli **Abeti** (fig. 177), i **Cipressi** (fig. 178), i **Larici** (fig. 179), i **Cedri**, i **Ginepri** (fig. 180); e poi il **Tasso**, le **Sequoie** della California, le **Araucarie**, le **Thuie** (fig. 181).

Sottoclassi: Cicadee. Gnetacee. Gingkoacee.

Comprendono piante esotiche. La **Cycas revoluta**, dal comportamento quasi di palma, è coltivata da noi per ornamento. Essa fornisce una farina

detta *sagù*. L' **Encefalarto** ha strobili pesanti fino a 45 kg. (fig. 182).

La **Welwitschia mirabilis**, fra le Gnetacee, è una pianta assai strana, propria dei deserti dell'Africa australe, che porta su un fusto grosso e corto due sole foglie lunghissime e consistenti, con fiori piccoli. Fra le *Gingkoacee*, il **Gingko biloba** (fig. 183) è un albero con foglie a due lobi, coltivato a scopo ornamentale nei parchi e viali pubblici, diffuso però specialmente nel Giappone e nel Nord della Cina. Esso è l'unico superstite di un gruppo di specie numerose in altre epoche della storia della Terra.

Fig. 179 - *Abies Larix*.

a) rametto fiorifero - *b*) squamma con due semi
c) rametto fruttifero - *d*) frutti.

SELVICOLTURA

Poichè il consumo del legname in Italia è superiore a quello prodotto dai nostri boschi, e occorre quindi importarne dall'estero, il Governo Nazionale ha cercato, e cerca tuttora, di dare un grande impulso alla selvicoltura e al rimboschimento. Perciò ha preso una serie di provvedimenti che mirano alla conservazione del patrimonio

Fig. 180 - Ginepro (*Juniperus communis*).

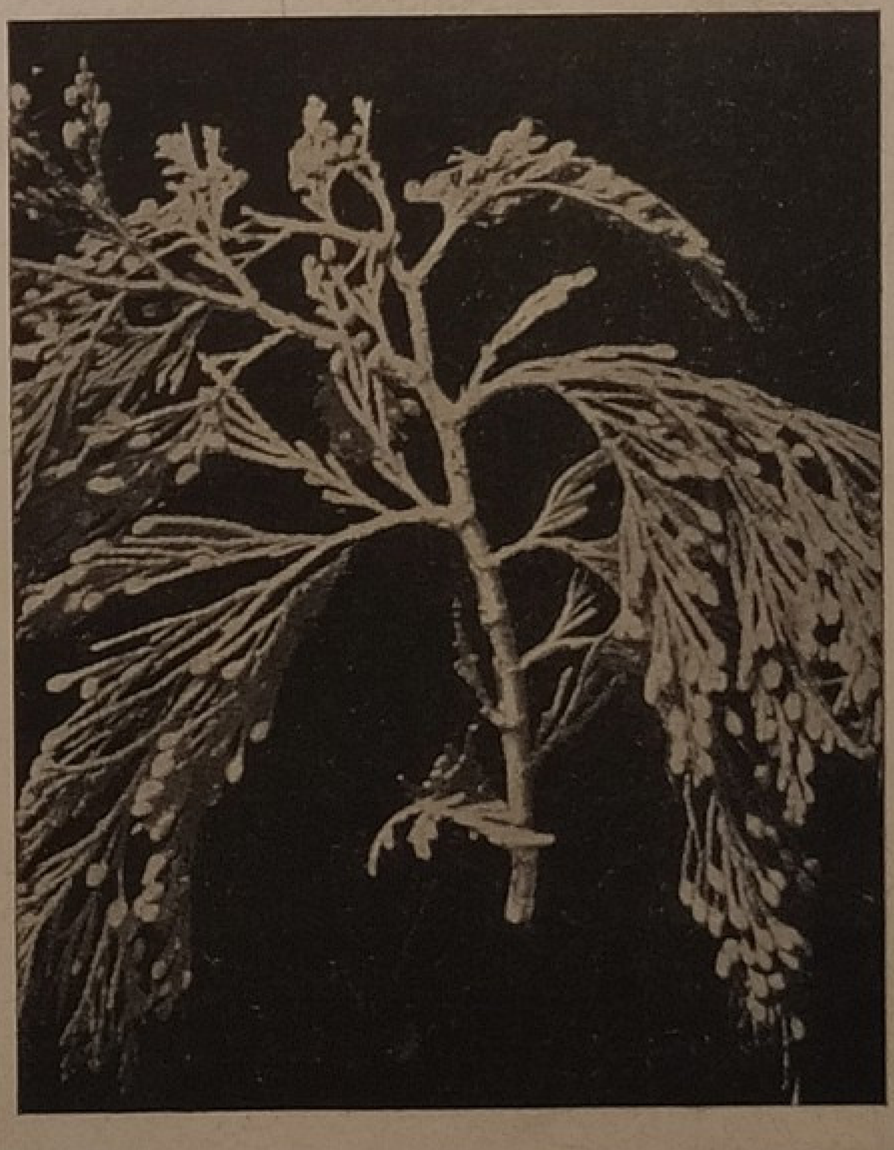


Fig. 181 - Tuya di California (*Libocedrus decurrens*).

Fig. 182 - Encefalarto (*Encephalartus Altensteinii*)
Cicadea dell' Africa australe.

silvano che ancora esiste, ad aumentare questo patrimonio, a disciplinare l'applicazione della legge forestale a mezzo di Enti e di Istituzioni adatte, fra le quali quella della Milizia Forestale. Questa legge si riconnette a quella della *bonifica integrale*, che mira al riordinamento e alla valorizzazione agricola di tutta la Penisola. Infatti la sistemazione agricola delle pianure porta con sè necessariamente quella della montagna, perchè il bosco esercita una funzione di primaria importanza nel regolare il deflusso delle acque dal monte al piano, e dove c'è bosco non sono possibili i franamenti del terreno, lo straripamento dei fiumi, e le disastrose innondazioni che renderebbero vana ogni opera di prosciugamento eseguita nei terreni di pianura e di coltivazione.

Ma il bosco, oltre a questa funzione di utilità generale, può costituire una coltura di alto reddito quando venga coltivato e sfruttato razionalmente.

Infatti le essenze forestali sono molteplici, adatte ai terreni più diversi, e alle più varie altitudini. Prima di salire al monte, che è il vero regno del bosco, ecco infatti sulla riva del mare il Pino da pinoli e il Pino marittimo che formano vaste pinete fornitrici di ottimo legname da costruzione e di resine.

Poco discosto dal mare, lungo il fiume, vegeta il Pioppo, specie il Pioppo canadese, che ha il pregio di crescere rapidamente, e di fornire ottimo legno per la fabbricazione della carta e numerosi altri prodotti. Risalendo la mon-

Fig. 183 - Gingko biloba.

tagna, altre piante si fanno più adatte: i Roveri, i Cerri, le Farnie, i Lecci, i Noci, gli Olmi, le Robinie, i Carpini bianchi, i Frassini. Più su ancora il Pino d'Aleppo, il Pino laricio, il Pino d'Austria, il Pino silvestre. Sulle brulle pendici, dove appena la capra si arrischia, vegetano il Tiglio, l'Ontano nero, la Betulla, se il suolo è siliceo, e, se il suolo è calcareo, l'Ontano bianco, gli aceri, la Rovere. A 2000 metri di altitudine vive una splendida conifera: il Larice, insieme con l'Abete rosso, col Mugo, col Cembro.

Fig. 184 - Una foresta di Conifere.

In Italia esistono, sull'Appennino e nelle Prealpi, estesi boschi di Castagni, sia per i frutti usati come alimento, sia per la legna impiegata a costruire tini, botti e utensili diversi. In alcuni luoghi si trovano boschi di Carrubo (provincia di Cagliari). In altri Faggete. Ma i grandi boschi di Conifere (fig. 184), oltre al legno, danno le resine che servono principalmente alla produzione della trementina e dell'acqua ragia, indispensabile all'industria delle vernici. Inoltre essi esercitando la loro influenza sul clima e sull'idrografia della regione, permettono l'esistenza dei verdi pascoli, e quindi l'allevamento del bestiame e il conseguente ripopolamento della montagna.

Infine i boschi sono elemento cospicuo di bellezza del paesaggio, e alimentano l'*industria del forestiere*. Quante sono le persone che nei mesi estivi accorrono nei luoghi ricchi di foreste, sia per riposare e svagarsi, sia per ritemprare le forze logorate dalla turbinosa vita cittadina! Magnifiche foreste demaniali sono quelle della Venezia tridentina redenta dai nostri soldati.

Ma ovunque ora in Italia ferve il lavoro per la ricostituzione del patrimonio boschivo. Terre nude e argillose, calanchi e burroni vengono siste-

Fig. 185 – Felci tropicali arborescenti (*Marese*).

mati con opera paziente e costante: imbrigliamento di torrenti, colmate, consolidamento delle frane, correzioni di corsi d'acqua preparano il terreno rendendolo atto a ricevere le piante, che, fatte crescere nei grandi vivai, si sviluppano poi nelle dimore loro assegnate, crescendo forti e robuste, monumento imperituro della forza e della sapienza della nostra stirpe che ha ripreso il suo cammino glorioso sulle orme delle tradizioni di Roma, incitata dal genio animatore del Duce.

TIPO: CRITTOGAME

Le *Crittogame* (a nozze nascoste), sono piante che non hanno *fiori* nel senso da noi dato fino ad ora a questi apparati per la riproduzione nelle Fanerogame. La riproduzione nelle Crittogame si compie o per via *agamica* (senza nozze), o per via *sessuata*, o *alternandosi* in una stessa pianta la riproduzione agamica e quella sessuata. La riproduzione agamica può avvenire in diverse maniere: o per semplice divisione del corpo in due parti uguali, se si tratta di organismi unicellulari (*scissione*), o per *gemmazione*, se la divisione si produce in parti disuguali, o per *spore*. Le *spore* sono cellule ricche di materiale nutritizio, che si formano entro un corpo detto *sporangio* o *sporogonio*, o entro cellule madri speciali, o alla estremità di speciali peduncoli o filamenti, e prendono nomi diversi (*ascospore*, *conidiospore*, ecc.). Le spore munite di ciglia vibratili e liberamente muoventisi nell'acqua si chiamano *zoospore*.

La riproduzione sessuale si compie per l'unione di una cellula germinale

o gamete maschile (*anterozoo*) con una cellula germinale o gamete femminile (*oosfera*). In alcuni casi i gameti non sono differenziati, almeno apparentemente come nella riproduzione per *coniugazione* (es. alga *Spirogyra*). Ma vedremo via via, nello studio particolare che ora faremo, altre modalità.

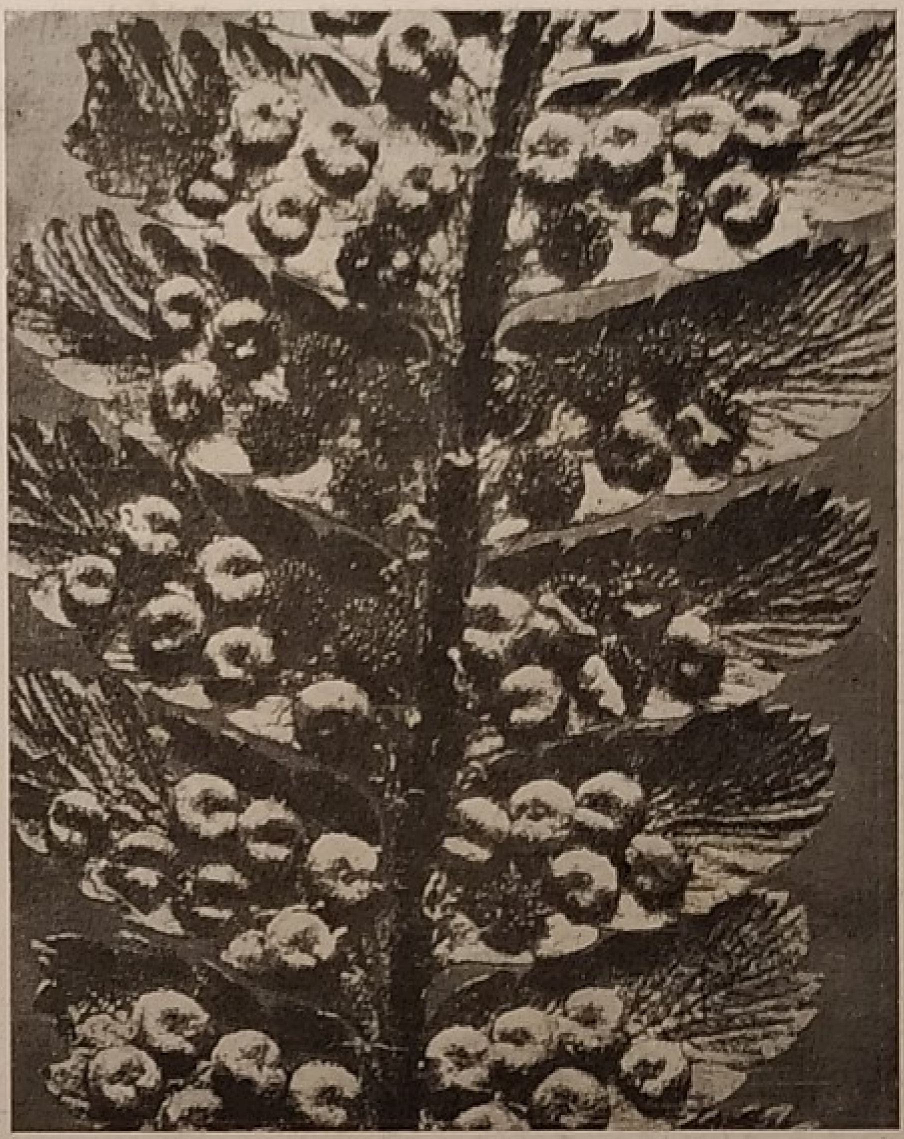


Fig. 186 – Foglioline con i sori di Felce maschio viste dalla pagina inferiore.

Sottotipo: Archegoniate.

Classe: Pteridofite.

Le Pteridofite comprendono le sottoclassi delle *Felci*, *Equiseti*, *Licopodi*.

Le Pteridofite sono piante nettamente differenziate in fusto, foglie e radici, con l'asse vegetativo provvisto di fasci fibro-vascolari (fig. 185). Perciò esse sono dette anche *Crittogame vascolari* e appartengono al sottoregno delle *Cormofite*. Riproducendosi per *anteridi* e *archegoni* sono chiamate anche *Archegoniate*, insieme con le *Briofite*.

Felci. – Nei luoghi selvatici ed umidi delle regioni di montagna vive la **Felce maschia** (*Nephrodium Filix mas*), che ha un grosso rizoma e foglie lunghe fino a un metro, bipennate, suddivise in lobi, che portano

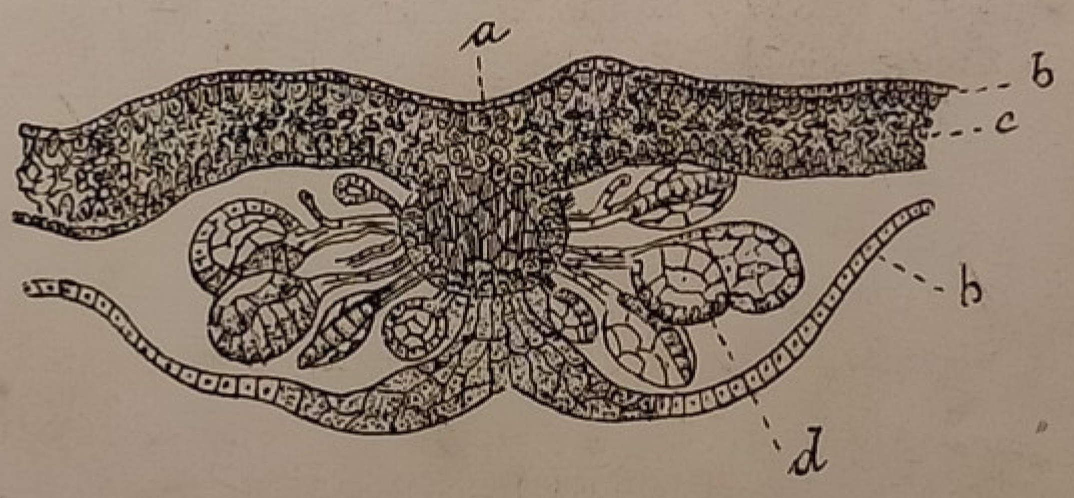


Fig. 187 – Sezione di soro.

a) nervatura della foglia - *b*) epidermide superiore - *c*) parenchima - *d*) sporangi - *h*) indusio.

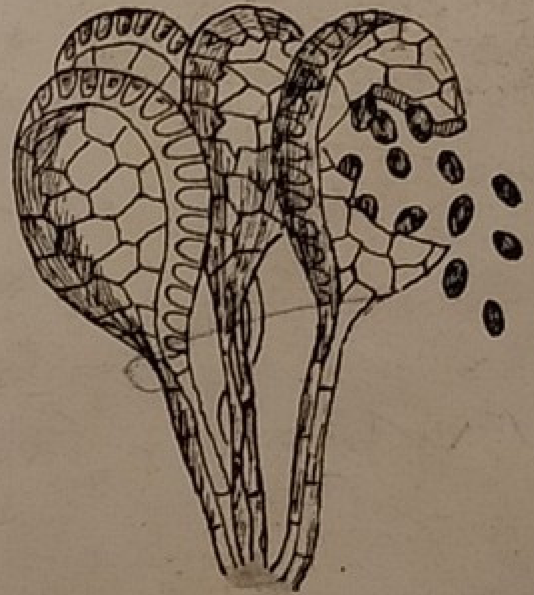


Fig. 188 – Sporangio di Felce che lascia uscire le spore.

di sotto due file di *sori* rotondi ricoperti da una piccola membrana o *indusio* (fig. 186). I sori sono concettacoli che contengono degli *sporangi*, a loro volta contenenti le *spore* (figg. 187, 188). Quando una spora cade nel terreno e germoglia, produce un piccolo corpo verde a forma di cuore detto *protallo* (fig. 189), il quale nella parte rivolta verso il terreno, produce dei

rizoidi che servono a fissarlo. Nella parte appuntita del protallo, accanto ai rizoidi, compaiono gli *anteridi*, mentre presso l'intaccatura cuoriforme com-

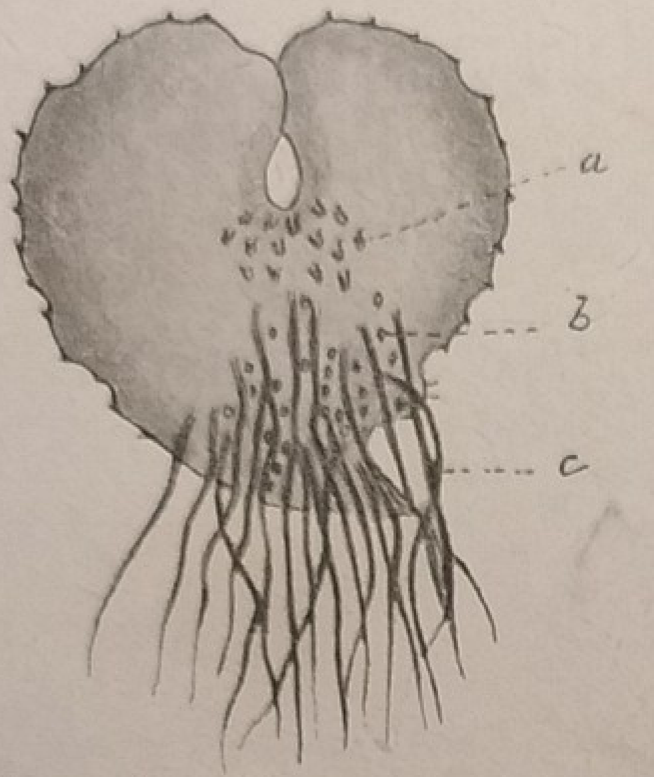


Fig 189 - Protallo di Felce visto dalla faccia inferiore *a*) archegoni; *b*) anteridi; *c*) rizine.

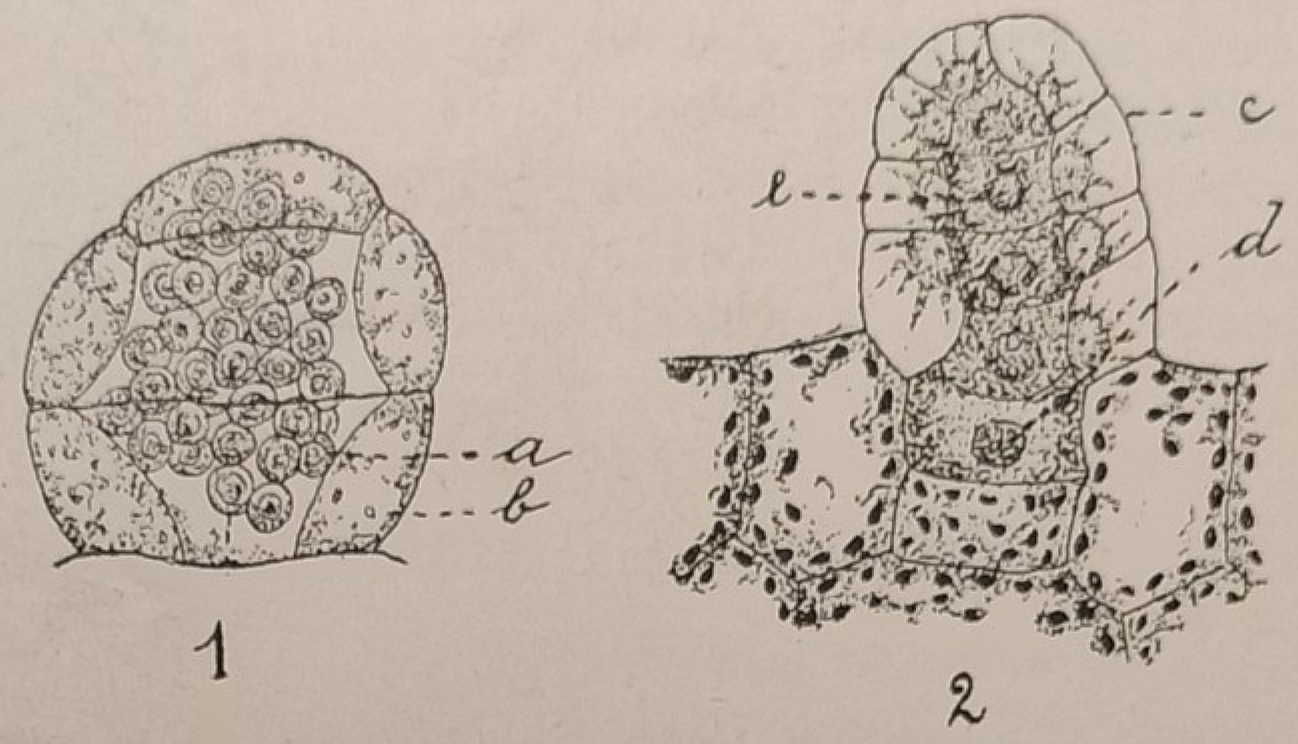


Fig. 190 - 1. Anteridio di Felce ancora chiuso: *a*) anterozoidi - *b*) parete esterna. — 2. Giovane Archegonio di Felce: *c*) parete dell'archegonio - *d*) oosfera - *e*) cellule del canale.

paiono gli *archegoni* (fig. 189). Gli anteridi producono *anterozoi*, i quali andranno a fecondare l'*oosfera* contenuta nell'*archegonio* (fig. 190). Avvenuta la fecondazione, l'oosfera si sviluppa producendo una nuova pianta di Felce. Altre specie di Felci sono la *Felce femmina* (fig. 191), il *Capelvenere*, il *Polipodio*.

Fig. 191 - Felce femmina (*Aspidium filix foemina*).

Nelle Felci esiste dunque una *generazione alternante* e i gameti sono portati da un organo transitorio: il protallo, che si può quindi chiamare *gametofito* (ossia portatore di gameti); e dalla oosfera fecondata si sviluppa la nuova pianta portante le spore (*sporofito*). In questa specie descritta il protallo contiene anteridi e archegoni; ma esistono altre Felci (*pteridofite eterosporee*) con protalli unisessuali. Tali sono le:

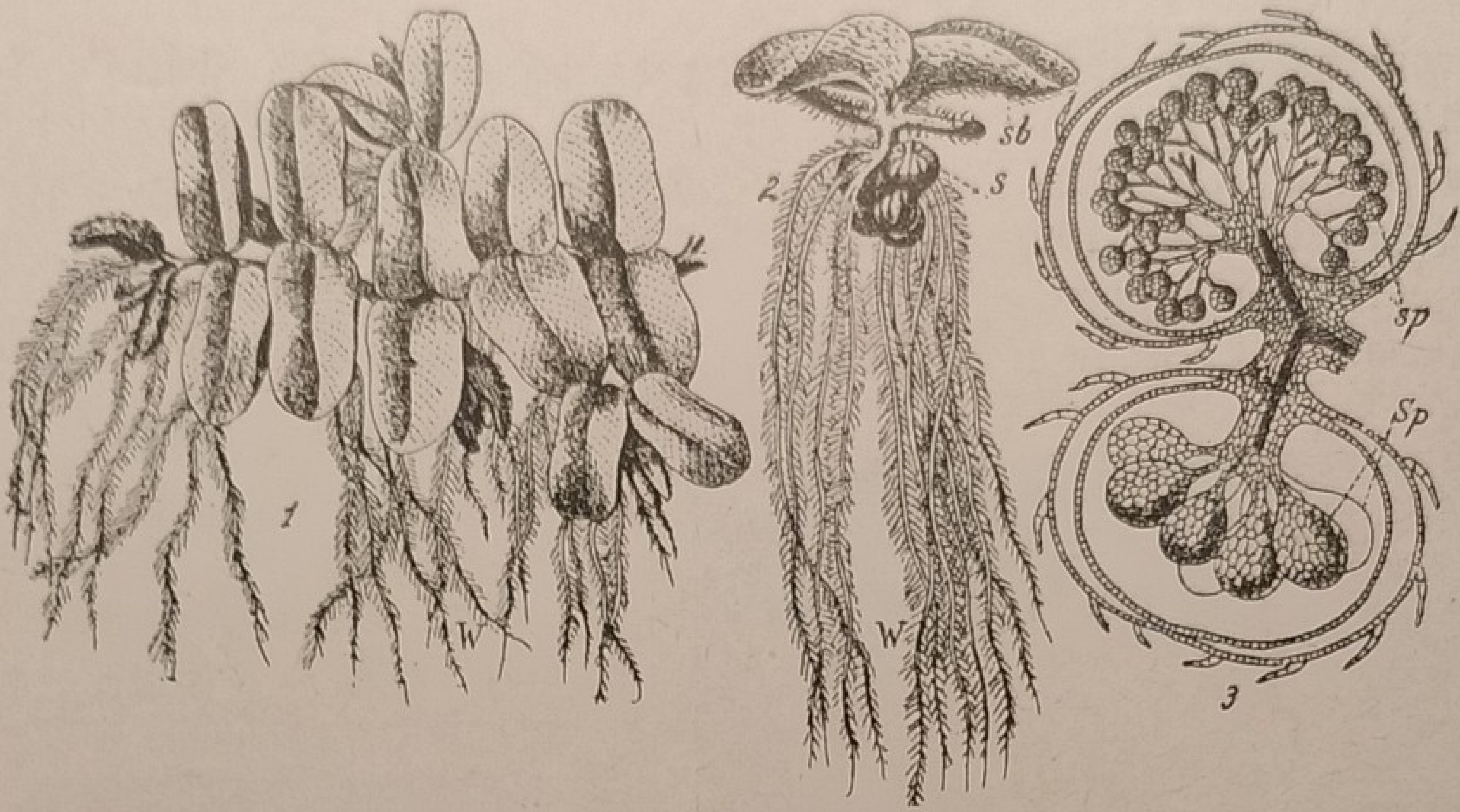


Fig. 192 – *Salvinia natans* (da *Bichoff* e *Luersen*).

1) pianta intera - 2) un verticillo di foglie con s) sporocarpi - 3) sez. longitudinale di un soro con microsporangi (*sp*) e macrosporangi (*Sp*).

Fig. 193 – *Marsilia quadrifolia* con sporocarpi.

Fig. 194 – La Coda di cavallo (*Equisetum arvense*).

1, *d*, *c*, *e*) germogli di primavera che recano in cima gli sporangi - 2) germoglio d'estate con rami sterili - 4) due sporofilli - in *b*) cadono le spore - 5 *a*) spora con 4 nastri distesi atta ad essere trasportata lontano dal vento.

Idropteridi o **Felci acquatiche**. Non rara nei luoghi palustri è la **Marsilia quadrifolia** che ha un rizoma sotterraneo da cui si innalzano foglie quaternate recanti alla base gli sporangi (fig. 193). Galleggiante sull'acqua è la **Salvinia natans** (fig. 192) che ha foglie di due specie: ovate e picciuolate quelle emergenti; piumose e allungate quelle sommerse.

Equiseti. – La **Coda di cavallo** (*Equisetum arvense*) (fig. 194) è frequente

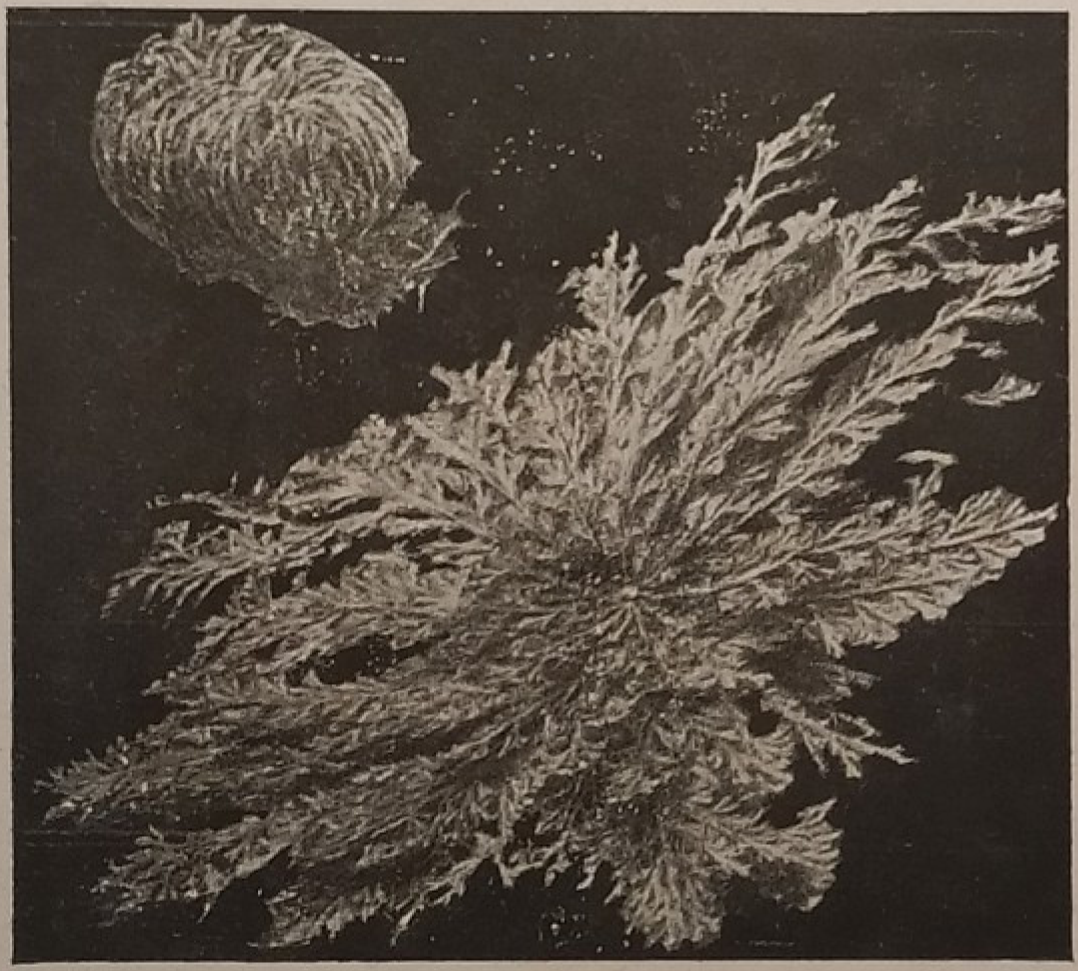


Fig. 195 – *Selaginella lepidophylla*, in alto allo stato secco, in basso allo stato umido.

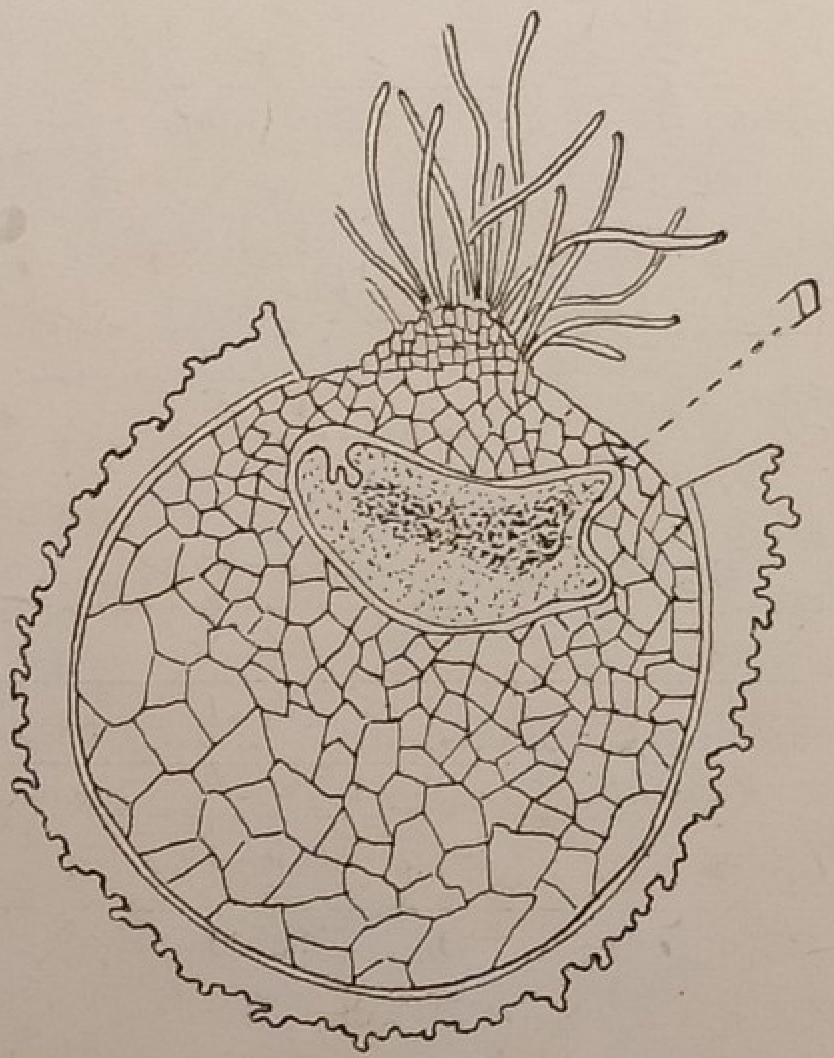


Fig. 196 – Macrospora di Selaginella in sezione. *D*) embrione (da *Negri*).

nei fossi e facilmente distinguibile per la forma del fusto verde somigliante ad un piccolo Pino, con rami esili partenti dai nodi e a loro volta formati da nodi e internodi. Questa forma del fusto dicesi fusto sterile o estivo; ma al principio della primavera la pianta ha un altro fusto semplice che porta in cima gli *sporangi* con le spore, le quali dànno luogo poi alla formazione di protalli unisessuati.

Licopodi. – Il **Licopodio** (*Lycopodium clavatum*) vive su terreno umido nei boschi e ha fusto per lo più a ramificazione dicotomica. Notevole è la **Selaginella** (*Selaginella lepidophylla*) (fig. 195) per il fatto che le spore femminili, germogliando, producono un protallo che non esce dalla spora. Il protallo porta archegoni con oosfera; cosicchè, una volta fecondata, questa si sviluppa in *embrione* che rimane dentro alle parti contenute nella spora, quasi formandosi così come una specie di seme (fig. 196). Quando l'embrione prenderà a crescere, mostra infatti una radichetta, un fusticino, una piumetta, con la spora femminile o *macrospora* ancora attaccata ad esso, quasi come il cotiledone di un seme di pianta di organizzazione superiore.

SOTTOREGNO: TALLOFITE

TIPO: CRITTOGAME

Sottotipo: Archegoniate.

Classe: Briofite.

Alle *Briofite* appartengono le sottoclassi dei *Muschi* e delle *Epatiche*.

Muschi. – Sulle cortecce degli alberi, sui muri umidi, sul terreno dei boschi, vivono queste pianticelle verdi nelle quali si distinguono un fusto con delle foglioline distinte e delle specie di radici con cui si fissano al substrato da cui traggono, mediante peli bruni, anche acqua e sali. Queste specie di radici (*rizoidi*) non equivalgono però alle vere radici delle Cormofite e, d'altra parte, il fusto manca di veri fasci fibrovascolari; cosicchè, per questi caratteri, i Muschi (e le Epatiche), si ricollegano col gruppo delle Tallofite, mentre per altri se ne differenziano.

Fig. 197 – Politrico comune.

R) rizoidi - *s*) pedicello dell'urna - *c* cuffia o caliptra - *u*) urna - *o*) opercolo.

Interessa soprattutto considerare nei Muschi la loro riproduzione. La riproduzione infatti è *alternante*, vale a dire si alterna una riproduzione *agamica* ed una *sessuata* nella stessa pianta.

Se noi esaminiamo un Musco comune, ad es., il **Politrico** (*Polytrichum commune*) (fig. 197) che vegeta nel sottobosco e nei terreni paludosi, dove forma tappeti verdi e soffici, vediamo da alcuni rametti in alto prolungarsi un filamento portante in cima una specie di capsula od *urna* che non è altro che uno *sporangio* entro cui si formano agamicamente le spore. A maturità lo sporangio si apre e le spore escono e cadono sul terreno. Se le condizioni di umidità e di temperatura sono opportune, la spora germoglia e genera dapprima una specie di tallo verde filamentoso (il *protonema*) il quale s'allunga e si ramifica e porta gemme dalle quali si origina la pianta di Musco coi suoi rametti fogliacei. Ma su alcuni di questi rami le foglie, all'apice, si dispongono a rosetta e si colorano in rossastro. Fra queste foglie si trovano gli organi riproduttori maschili e femminili: gli *anteridi* o gli *archegoni* (la pianta è *dioica*). Quelli producono gli anterozoi; questi le oosfere; cosicchè gli anterozoi uscendo dagli anteridi

e muovendosi nell'acqua che bagna il suolo e le piante, arrivano agli archegoni e vanno a fecondare l'oosfera. L'oosfera fecondata si trasforma in *oospora*; ma questa per segmentazione non produce una nuova pianta di musco direttamente, bensì lo sporogonio. Siamo tornati così al punto da cui abbiamo preso le mosse. Nei Muschi quindi, a differenza delle Felci, il *gametofito* è rappresentato dall'intera pianta, e lo *sporofito* dallo sporangio col suo filamento sostenitore.

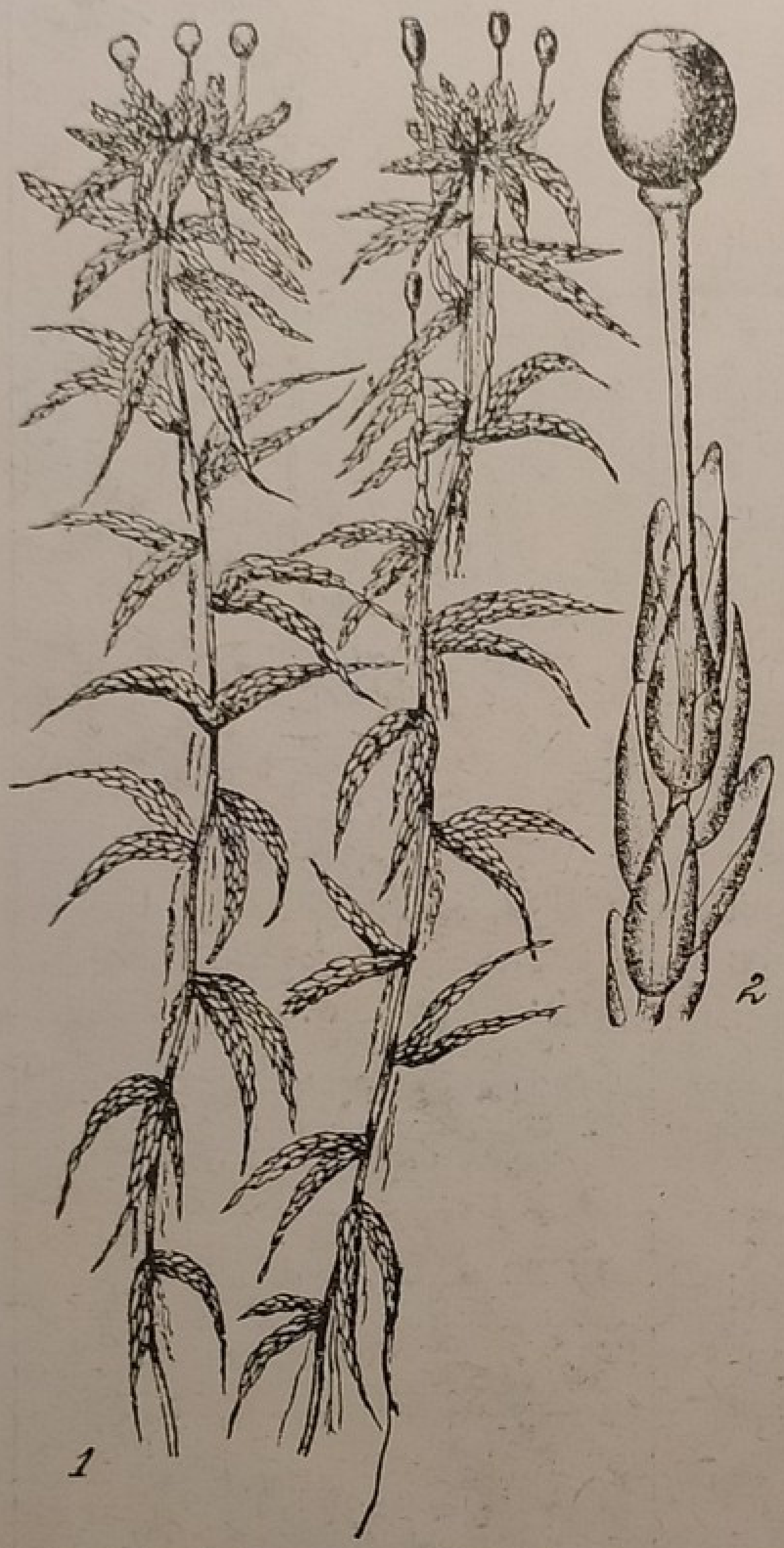


Fig. 198 - 1. *Sphagnum cymbifolium* con sporogoni. - 2. Sporogonio ingrandito.

Altri Muschi sono gli **Sfagni** (*Sphagnum palustre*) (fig. 198) che crescono nei luoghi temperati e freschi e concorrono alla formazione della *torba*, giacchè, essendo molto igroscopici, assorbono l'umidità atmosferica e trasformano un prato in un acquitrino; ma poichè possono continuare a vegetare e a crescere verso l'alto mentre la loro parte basale si decompone sott'acqua e carbonizza, formano strati sempre più spessi di torba che col tempo possono divenire alti parecchi metri.

Un altro Muschio comune è la così detta **Borracina** (*Mnium undulatum*) che forma tappeti soffici sotto i boschi (fig. 6).

Epatiche. – Sono piante frequenti sulle pareti dei pozzi, sui muri umidi, presso le piccole sorgenti; e si riconoscono per il loro tallo quasi fogliaceo, verde, sul quale si elevano rametti che hanno l'aspetto di piccoli funghi e che non sono altro che gli organi riproduttori. Tale aspetto ha la **Fegatella** (*Marchantia polymorpha*) (fig. 199). Sui tronchi degli alberi e sulle rocce umide vive la **Frullania** (*Frullania dilatata*) con delle foglioline sacciformi dette *amfigastre* che fungono da serbatoi di acqua e dànno ricetto ad alcuni animali (Rotiferi, ad es.).

Fig. 199. Fegatella (*Marchantia polymorpha*)
a, *b*) piante con corpi a scudo (anteridi) e a stella (archegoni).

Sottotipo: Licheni.

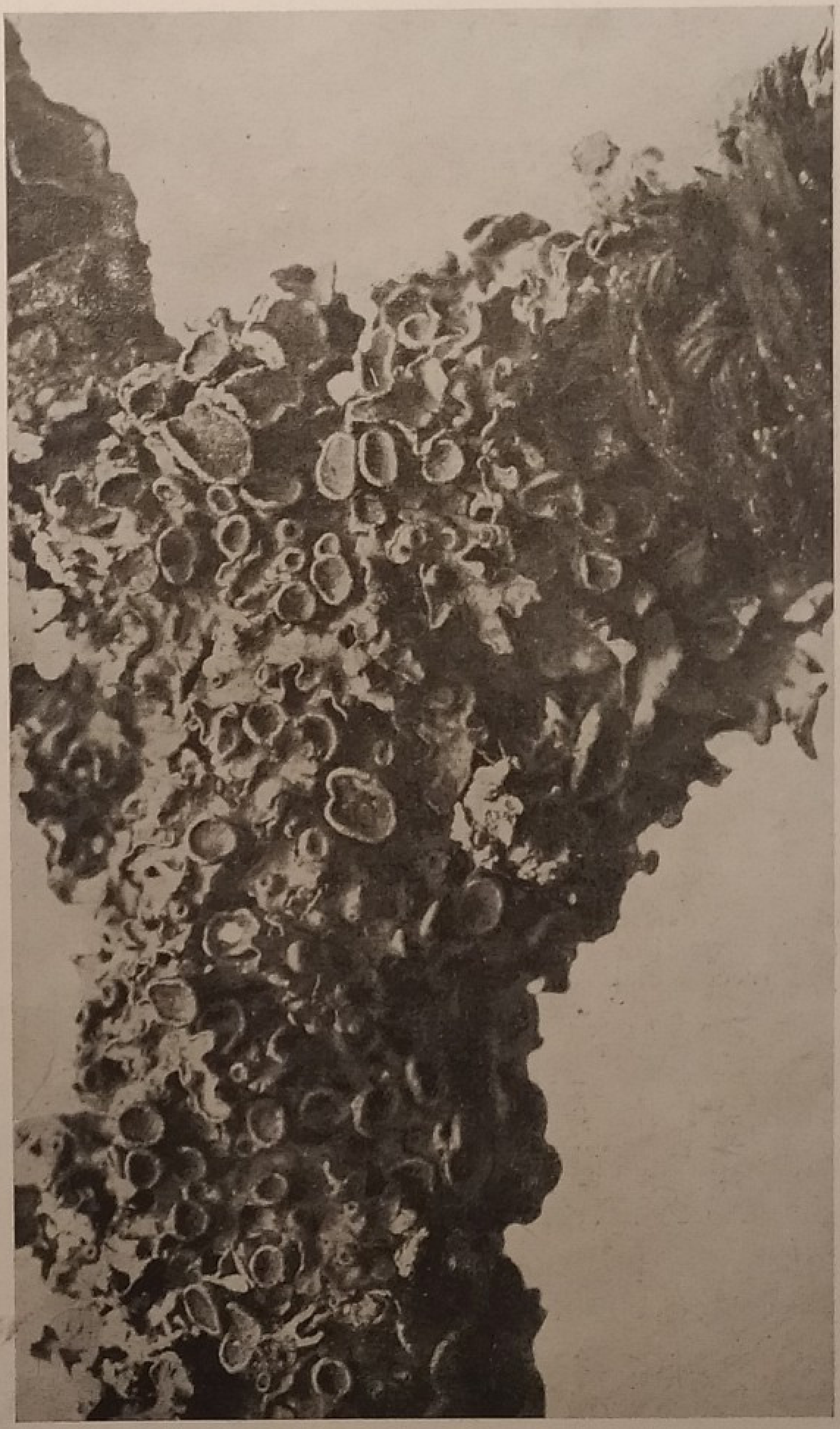


Fig. 200 - Lichene su un albero. Questo genere di Lichene (*Physcia*) ha apoteci da prima gialli poi nerastri (da *Craveri*).

Sulla corteccia degli alberi, sulle rocce fin dove è più magra la vegetazione, sul suolo stepposo e gelato, vegetano queste piante appartenenti al gruppo dei *Licheni* (fig. 200), il cui tallo è ora piatto, ora crostoso, ora ramificato, ed è formato dalla associazione di un'alga con un fungo. Infatti in mezzo ad una massa di ife fungine si trovano delle alghe appartenenti a famiglie diverse, ma tutte con clorofilla (fig. 201), in modo che tra l'alga ed il fungo si è venuto stabilendo questo reciproco rapporto: che mentre all'alga è devoluta la funzione clorofilliana, e quindi la fabbricazione delle sostanze alimentari che devono servire per la sua nutrizione e per quella del fungo, al fungo spetta la funzione dell'assorbimento dell'acqua, coi sali disciolti, dall'ambiente esterno, e anche una funzione di sostegno e di protezione. Si tratta quindi di un tipico caso di *simbiosi*, e l'associazione è così stretta che nella riproduzione di molti Licheni si staccano dal tallo dei corpicciuoli detti *soredi*, formati da gruppi di Alghe avviluppate da filamenti del fungo. Il vento porta lontano i soredi, i quali, trovando poi le condizioni naturali di sviluppo, producono nuove piante di Licheni (*moltiplicazione vegetativa*).

La riproduzione avviene anche per *spore* portate da sporangi di colore aranciato e aperti a guisa di coppe sul tallo (*apoteci*); ma si hanno diverse specie di spore, la cui formazione è però dovuta al Fungo e non all'Alga, che ha solo funzione vegetativa ([1]).

([1]) I Funghi appartengono alla classe degli Ascomiceti e dei Basidiomiceti e le Alghe alle Cloroficee e talvolta alle Schizoficee.

Fra i Licheni notiamo il **Lichene delle pareti** (*Xanthoria parietina*) a tallo fogliaceo, giallo, che si trova sulle pareti, ma anche sulla corteccia degli alberi. La **Graphis scripta** si trova pure sugli alberi e ha tallo grigio-chiaro con tratti neri incavati, simili ai segni di una scrittura a geroglifici e appartiene al gruppo dei *Licheni crostosi*. La **Barba di bosco** (*Usnea barbata* e *florida*) pendente dai rami dei vecchi alberi, specie di Pini ed Abeti, è così detta per la sua somiglianza con una barba grigia od azzurrognola (fig. 202).

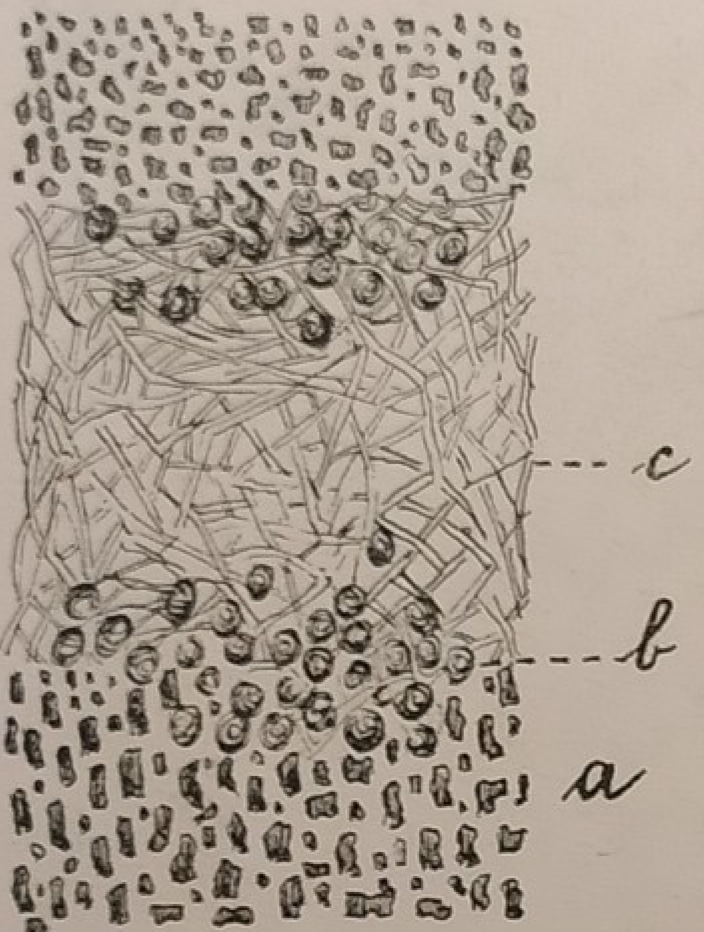


Fig. 201 – Sezione del tallo di un lichene.
a) strato corticale - b) gonidi (cellule verdi dell'alga) - c) intreccio di ife fungine.

Sulla terra sterile degli alti monti e nelle regioni fredde cresce il **Lichene islandico** (*Cetraria islandica*) con tallo fogliaceo cespuglioso, di colore castagno olivaceo. Nelle tundre nordiche è diffusissimo il **Lichene delle Renne** (*Cladonia rangiferina*) (fig. 4) che forma il principale alimento di questi animali.

I Licheni hanno grande importanza nell'economia della natura, perchè sono i primi vegetali a prendere possesso della nuda roccia e a formare e a preparare il primo terriccio su cui altri vegetali possono poi a loro volta crescere e svilupparsi. Infatti essi si attaccano alla roccia, che disgregano mediante sostanze acide, e quando muoiono forniscono sostanze organiche, che dànno *humus*, su cui possono vegetare Muschi e poi attecchire semi di Graminacee e altre piante.

Alcuni Licheni vengono adoperati in Medicina.

Fig. 202 – Usnea fiorita (*Usnea florida*). Causa spesso gravi danni agli alberi fruttiferi. Tallo diviso in lacinie.

Sottotipo: Funghi.

Appartengono a questo sottotipo di vegetali moltissime piante che, non avendo

clorofilla, conducono vita *parassitaria*, o *saprofitica*, o *simbiontica*. *Parassita* se vivono a spese di altre piante o animali viventi che ne rimangono perciò più o meno danneggiati; *saprofitica* se vivono a spese di sostanze organiche in decomposizione. — Nei Funghi pluricellulari il corpo vegetativo, o *micelio*, è costituito da numerosi filamenti (*ife miceliali*) variamente intrecciati fra loro e dei quali alcuni si differenziano in *organi riproduttori*. La riproduzione avviene o agamicamente o sessualmente; molto diffusa è la riproduzione per spore.

Ai Funghi appartengono diverse classi: i *Basidiomiceti*, gli *Ascomiceti*, i *Ficomiceti*, i *Mixomiceti*, gli *Schizomiceti* o *Bacteri*.

Basidiomiceti. – Sono Funghi, così detti superiori, ricchissimi di generi e di specie, alcuni dei quali molto dannosi, altri utili. Fra i dannosi sono specialmente da ricordare quelli che producono malattie gravi nel Frumento e in altri cereali come: la *Ruggine del Grano*, la *Carie del Grano*, il *Carbone del Grano*.

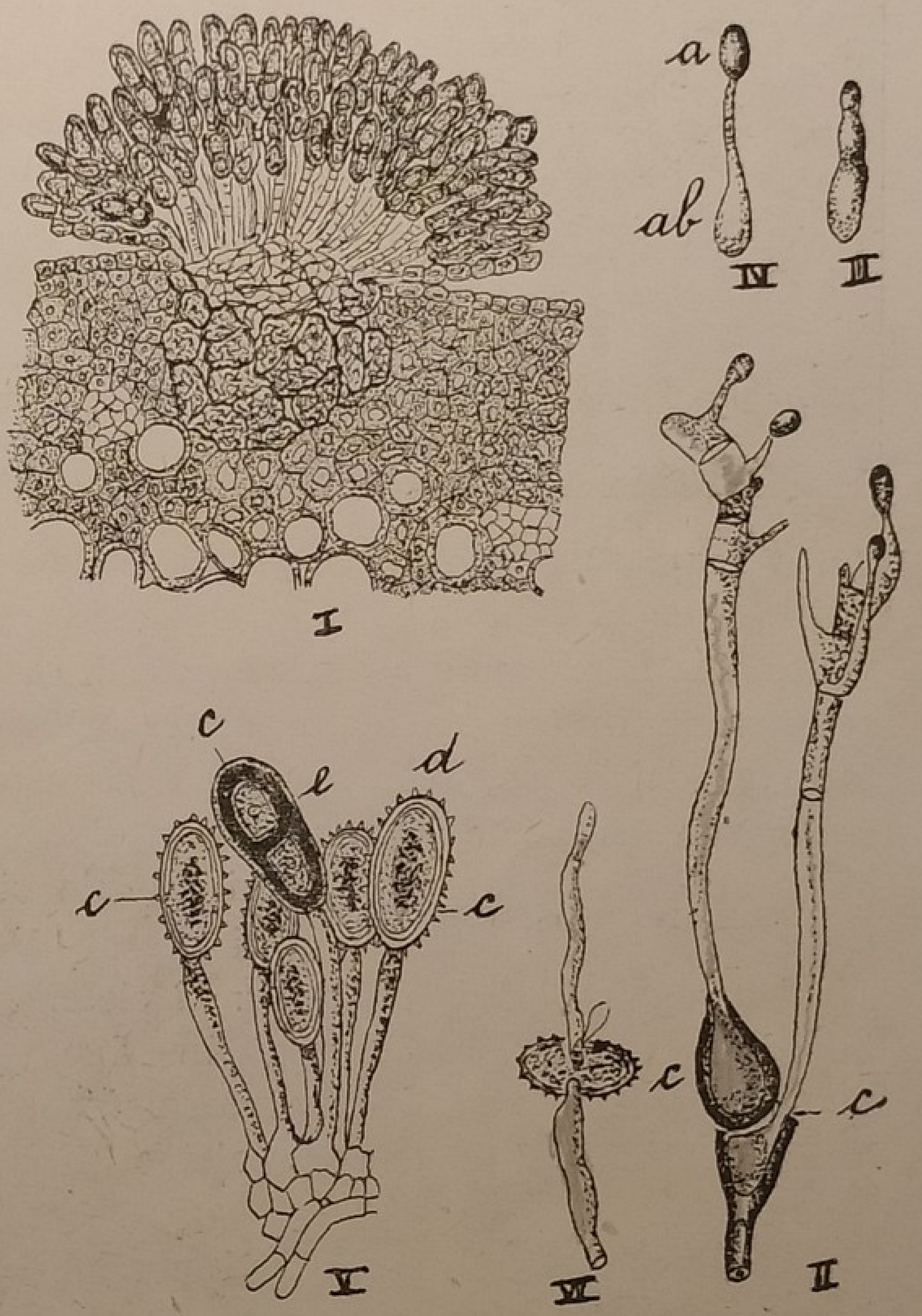


Fig. 203 – Ruggine dei cereali (*Puccinia graminis*).

I) sezione di un culmo di Graminacea in un punto invaso dalla ruggine, mostrando un ciuffo di teleutospore bicellulari - II) una teleutospora con due basidi alla estremità dei fili; (*c*) punti germinativi - III-IV) germinazione delle basidiospore - V) gruppo di uredospore (*d*), tra le quali si trova una teleutospora bicellulare (*e*) - VI) uredospora germogliante.

Il **Carbone del grano** (*Ustilago segetum*) produce una malattia per cui il chicco del Grano (*cariosside*) si riduce a un ammasso di polvere nera costituita dalle spore del Fungo. Anche nel Granturco si osserva spesso simile polvere uscire da alcune specie di bubboni o tumori che sono bianchi e lucenti prima di aprirsi.

La **Carie del Grano** (*Tilletia tritici*), produce nel chicco, internamente, una sostanza formata dalle spore del Fungo e facilmente alterabile, mentre di fuori il chicco sembra sano.

Diffusissima e dannosa molto è la **Ruggine del Grano** (*Puccinia graminis*), fungo parassita che produce una malattia che si manifesta con macchie rossastre sparse sul fusto e sulle foglie. Queste macchie non sono altro che

Fig. 204 – *Berberis vulgaris* (Crespino).

le spore estive del fungo dette anche *uredospore* (fig. 203 V). Quando però il Frumento comincia a maturare, si formano altre spore più resistenti, dette *teleutospore* (fig. 203 I), destinate a cadere sul terreno e a passarvi l'inverno. Alla primavera seguente le teleutospore generano un corto filamento che porta altre spore: le *basidiospore* (figg. 203 II-III-IV). Queste vengono sparse dal vento, ma non vanno ad infettare subito le giovani piante di Frumento; si sviluppano invece su altre piante (*Berberidacee*) (fig. 204) nelle cui foglie formano dei concettacoli speciali detti *ecidi*, entro i quali si formano delle *ecidiospore* (fig. 205). Sono queste, finalmente, che vengono portate sulla pianta del Frumento e dal cui micelio si formeranno in seguito le *uredospore*, dalle quali siamo partiti per descrivere questo *ciclo biologico*. Il ciclo biologico si compie dunque in due piante ospiti; un ospite intermedio (la Berberidacea) e uno definitivo (il Frumento).

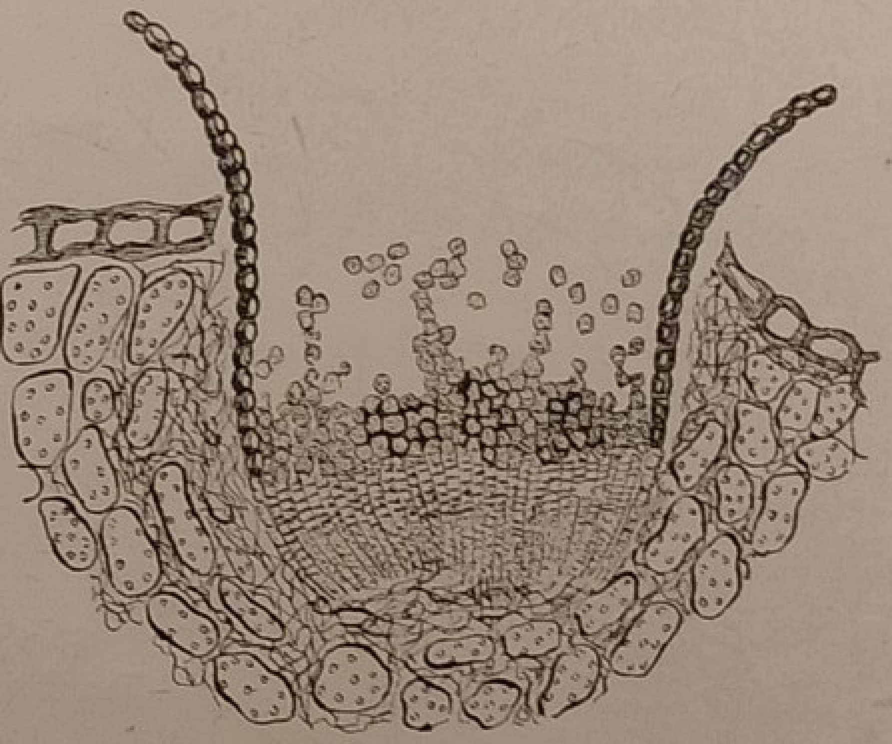


Fig. 205 – *Puccinia graminis* (Ecidio in *Berberis vulgaris* con spore).

Ai *Basidiomiceti*, così detti perchè le spore si formano all'apice di speciali cellule, dette *basidi*, munite in cima di due coppie di peduncoli cui stanno attaccate le spore (*basidiospore*) (fig. 206), appartengono quei Funghi che crescono più spesso saprofiti sul terriccio dei boschi, e dei quali si fa dall'uomo ampia raccolta a scopo alimentare. Ciò che si mangia del fungo è il *corpo fruttifero* o *sporangio*, formato da un *gambo* e da un *cappello*, mentre il micelio che forma il corpo del fungo si estende sottoterra tra le foglie marcite da cui trae l'alimento. Molte di queste specie sono però velenose e quindi è da raccomandarsi la massima prudenza nella raccolta dei funghi fatta con l'intento di mangiarli; tanto più che si tratta spesso di veleni assai potenti (*muscarina*, *fallina*, *agaricina*, ecc.). Le specie più comu-

FUNGHI COMMESTIBILI E VELENOSI

1. Uovolo buono. - 2. Prataiolo. - 3. Agarico delizioso. - 4. Spugnola gialla. - 5. Porcino.
6. Tignosa verdognola (V.). - 7. Boleto Satana (V.). - 8. Tignosa bigia (V.). - 9. Colombina rossa (V.). - 10. Uovolo malefico (V.).

(Dal volume: Baroni - Botanica - Ed. Cappelli).

nemente usate sono l'**Ovulo buono** e il **Porcino**, facilmente distinguibili, da chi ne abbia pratica, dalle corrispondenti specie velenose. Anche il **Prataiolo**, che cresce nei prati di pianura e di collina in autunno, è ricercato.

L' **Uovolo** (*Amanita caesaria*) è così detto per la sua forma che ricorda quella di un tuorlo d'uovo. La corrispondente specie velenosa (**Amanita muscaria**) (fig. 2) se ne distingue perchè frammenti della *volva* (membrana avvolgente il fungo appena esce fuori terra) rimangono attaccati alla superficie del cappello.

Fig. 206 – Basidi con basidiospore (*Russula rubra*).

Il **Porcino** (*Boletus edulis*) ha un colore bruno-rossastro e porta nella parte inferiore del cappello dei piccoli fori corrispondenti alle aperture di tubi sottili entro cui si formano le spore.

Il **Boletus Satanas** si distingue dal precedente perchè, quando viene spezzato, cambia repentinamente colore.

Somigliante al **Prataiolo** (*Psalliota campestris*) è l'**Amanita bulbosa**, velenosa, ma distinguibile dal Prataiolo per le lamine bianche della parte inferiore del cappello (mentre quelle del Prataiolo sono rosso-brune), e per il peduncolo che porta il cappello, rigonfio inferiormente e munito di un anello membranoso.

Altri Funghi velenosi sono, ad es., l'*Amanita pantherina*, l'*Amanita phalloides* (*Agarici*). Funghi mangerecci sono i *Chiodini*, il *Boletus scaber* (*Porcinello*). Specie sospetta è il *Boletus luridus*, che cambia di colore se spezzato. Sui tronchi degli alberi frequente a vedersi è il *Gelone*.

Tutte le precauzioni suggerite per vedere se un Fungo è velenoso non servono a nulla: nè l'aglio, nè il cucchiaio d'argento o di stagno, nè la cipolla, ecc. L'unico metodo, secondo il parere dei più valenti micologi, è quello « di osservare attentamente e studiarne i caratteri botanici coi quali soltanto è dato raggiungere un certo grado di sicurezza nella determinazione » (F. Cavara).

Non si consiglierà mai abbastanza l'astensione da qualsiasi specie che sia stata raccolta da gente non pratica.

L'avvelenamento da funghi varia assai nelle sue manifestazioni e nei suoi effetti. I funghi a principî irritanti, acri, di materia resinosa (*Boletus Satanas*), dànno un'ora o due dopo l'ingestione sete ardente e bruciore alla gola, dolori all'epigastrio, nausea, ambascia, vomiti, ma l'esito letale è quasi sempre scongiurato. I funghi come l'*Amanita muscaria*, per il loro principio più attivo: la *muscarina*, dànno sudore diffuso e disturbi cardiaci e nervosi assai gravi. Ma gravissimi sono gli avvelenamenti prodotti da altre specie di *Amanite*, a sindrome *tossinica* associata a principî *emolitici* (distruttori dei globuli rossi del sangue). Il metodo di cura immediato in caso di avvelenamento consiste nel lavare abbondantemente lo stomaco e non frenare i vomiti; somministrare un purgante e fare un enteroclisma con acqua bollita. Poi caffè, alcool, per bocca. In ogni modo è necessario l'intervento del medico al più presto.

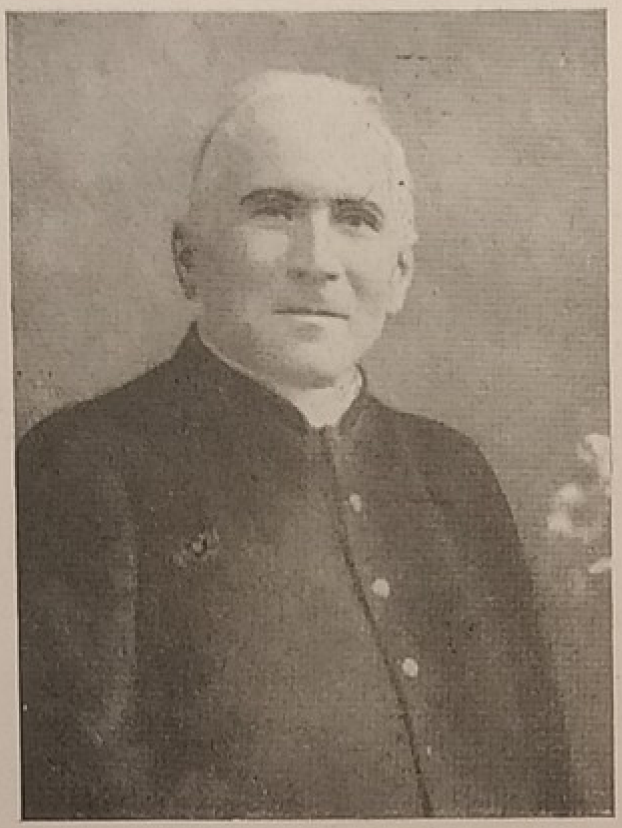
Oggi si coltivano assai bene artificialmente i funghi Prataioli e i Tartufi specialmente in Francia. In Italia si fanno pure colture artificiali di funghi in alcuni luoghi come a Salò sul Lago di Garda e in Val Seriana. Nei grandi mercati delle città i funghi prima di essere messi in vendita sono sottoposti ad un esame di competenti per lo scarto delle specie velenose o comunque sospette.

UN GRANDE MICOLOGO ITALIANO

L'Abate Giacomo Bresadola nato ad Ortisè in Val di Sole nel 1847, e morto a Trento nel 1929, a 82 anni di età, è una delle più pure glorie italiane, riconosciuto come maestro

da una quantità di scienziati stranieri che a Lui ricorrevano in vita per consultarlo, per avere schiarimenti, per togliere dubbi e incertezze, in molte complesse questioni della Micologia: la scienza dei Funghi.

Nella conoscenza dei Funghi infatti Egli era divenuto maestro dopo un lavoro assiduo e tenace compiuto in parte nella sua quieta dimora di Ortisè, in parte in Valle di Fiemme con l'aiuto di un vecchio microscopio, e valendosi più che altro dei soli strumenti veramente efficaci: quelli dell'ingegno e dello spirito di osservazione.



GIACOMO BRESADOLA.

Egli « riprese in esame le vecchie nomenclature, sottopose le spore dei Funghi a un controllo più rigoroso, estese le indagini a un numero di Funghi ancora ignoti, in base alla struttura degli organi che li compongono, precisò le affinità, le regioni dove abitano, ricostituì gli aggruppamenti in un piano ordinato, in un latino lindo e asciutto »; e questo è soprattutto il merito dello scienziato, come ebbe a dire giustamente il Prof. PALANTI. Ma per arrivare a questi risultati tutta la sua vita fu spesa a raccogliere, esaminare, disegnare, acquerellare migliaia e migliaia di specie di funghi.

Per assicurare alla scienza i risultati di questa grande mole di lavoro, e per rendere onore all'illustre quanto modesto abate trentino, fu deciso il 14 febbraio 1927, da scienziati ed Enti, di pubblicare i suoi lavori originali in un'opera unica intitolata « *Iconographia mycologica* », opera che consta di 20 volumi con 1000 tavole cromolitografate e disegni originali.

Superate notevoli difficoltà finanziarie e tecniche, per le spese della pubblicazione e la stampa dei disegni, si è oggi mandata a compimento questa opera grandiosa che onora l'Italia e il genio e la scienza latina. E onora anche l'uomo di animo mite e generoso, sdegnoso di onori e di pubblicità e di ricchezze, che seppe elevarsi con le sole sue forze fino all'immortalità.

Ascomiceti. – Muffe di colore azzurro si sviluppano di frequente sul pane umido, sulle frutta in conserva, sulle carni, come ad es., la **Muffa a pennello** (*Penicillium crustaceum*), le cui ife riproduttrici portano in cima delle catenelle di spore dette *conidi* (fig. 207). Si chiamano *conidi* le spore agamiche esterne prodotte da rametti speciali del micelio (*conidiofori*) e minutissime come polvere.

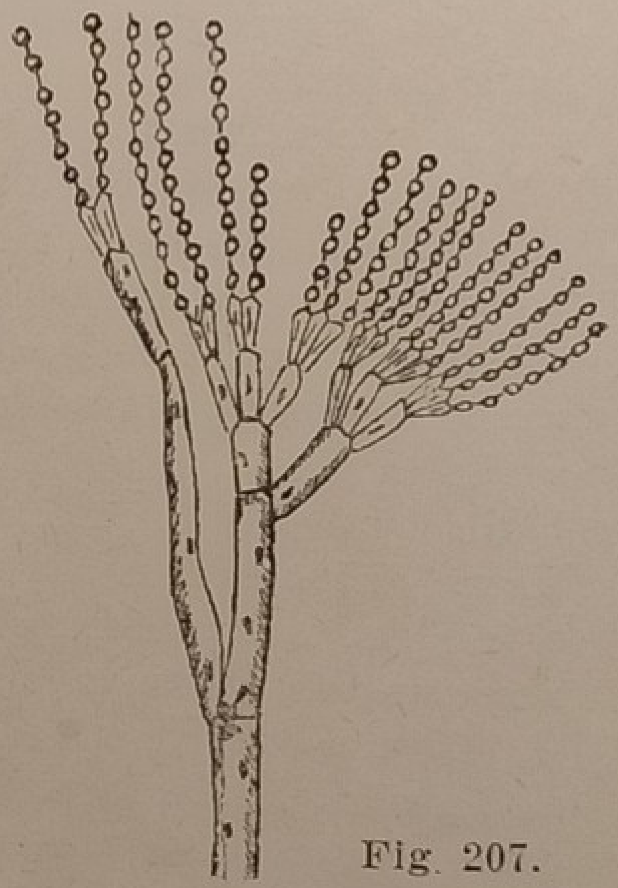


Fig. 207.

Penicillium crustaceum. Conidioforo con conidi.

Un altro fungo distruttore della Vite è l'**Oidio** o *Crittogama della Vite*, che si combatte con la polvere di zolfo.

Il così detto *nero dell' Acero* è una malattia dovuta ad un Fungo ascomicete. Le foglie invase dal fungo finiscono col disseccarsi.

Ma in questo gruppo di Funghi dobbiamo ricordare in ispecial modo la **Segale cornuta** (*Claviceps purpurea*), la quale intacca le spighe della Segale e produce gravi danni ai raccolti. Il suo ciclo di sviluppo è il seguente (fig. 208).

Osservando una spiga infetta dal parassita, si nota la presenza in essa di corpi allungati e incurvati, di colore nero violaceo e assai duri. Sono questi i così detti *sclerozi* del fungo, i quali, cadendo nel terreno, vi passano l'inverno, e, alla primavera seguente si sviluppano, formando degli sporangi sferici, bitorzoluti, in ognuno dei quali si formano le spore. Queste

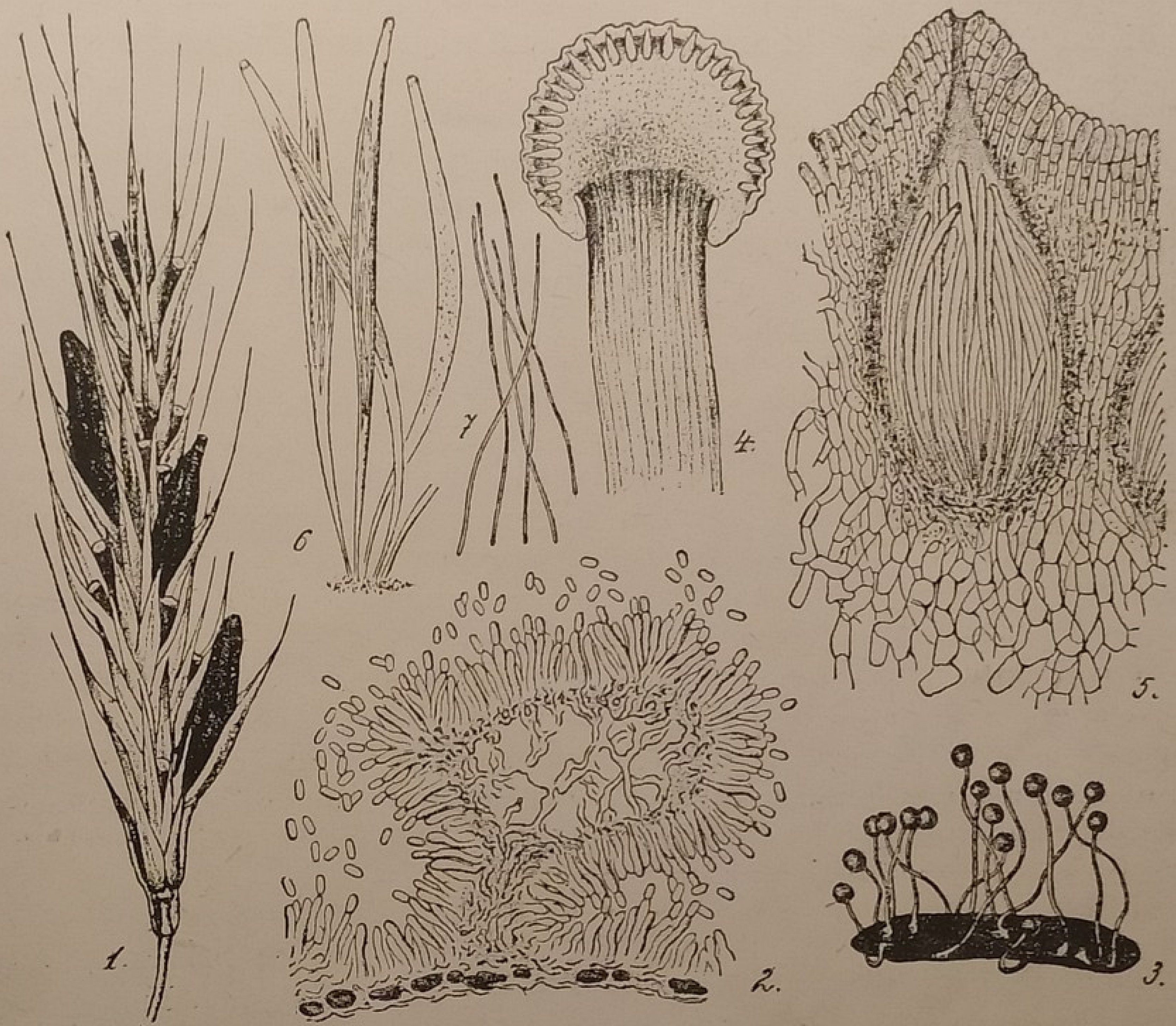


Fig. 208 – *Claviceps purpurea* (da *Wettstein* e *Tulasne*).

1) spiga di segale con sclerozi - 2) porzione di uno strato di micelio con conidi (prima di formare lo sclerozio) - 3) sclerozio germogliato con sporangi - 4) sez. long. di uno sporangio - 5) sez. long. di Peritecio - 6) aschi - 7) spore.

sono dette *ascospore* perchè si formano entro specie di astucci detti *aschi*, i quali, a loro volta, sono contenuti in tante cavità a forma di fiasco (*periteci*) addossate alla periferia dello sporangio. A maturazione le spore escono e vengono trasportate dal vento sulle spighe della Segala in fioritura. Le spore invadono allora l'ovario del fiore sviluppando il loro bianco micelio. Ma questo micelio produce altre spore — *conidi* — in grande quantità, segregando nel medesimo tempo un umore zuccherino (la così detta *melata*) che le tiene invischiate e di cui sono ghiotti alcuni insetti. Sono allora gli insetti che, portandosi da una spiga ad un'altra, recano con la melata le spore del Fungo e quindi diffondono la malattia. Ma con l'esaurirsi della pianta si esaurisce anche la fruttificazione per conidî e allora i filamenti

fungini si uniscono insieme e formano di nuovo lo sclerozio. Così si chiude il ciclo.

Lo sclerozio è velenoso. Esso viene adoperato in medicina.

Un importante gruppo di Funghi è quello dei *Saccaromiceti*. Il *Saccharomices ellipsoideus* produce la fermentazione del mosto di uva trasformando il glucosio o zucchero di uva in alcool etilico e in anidride carbonica. Si tratta di un fungo unicellulare vivente sulla buccia degli acini di uva che

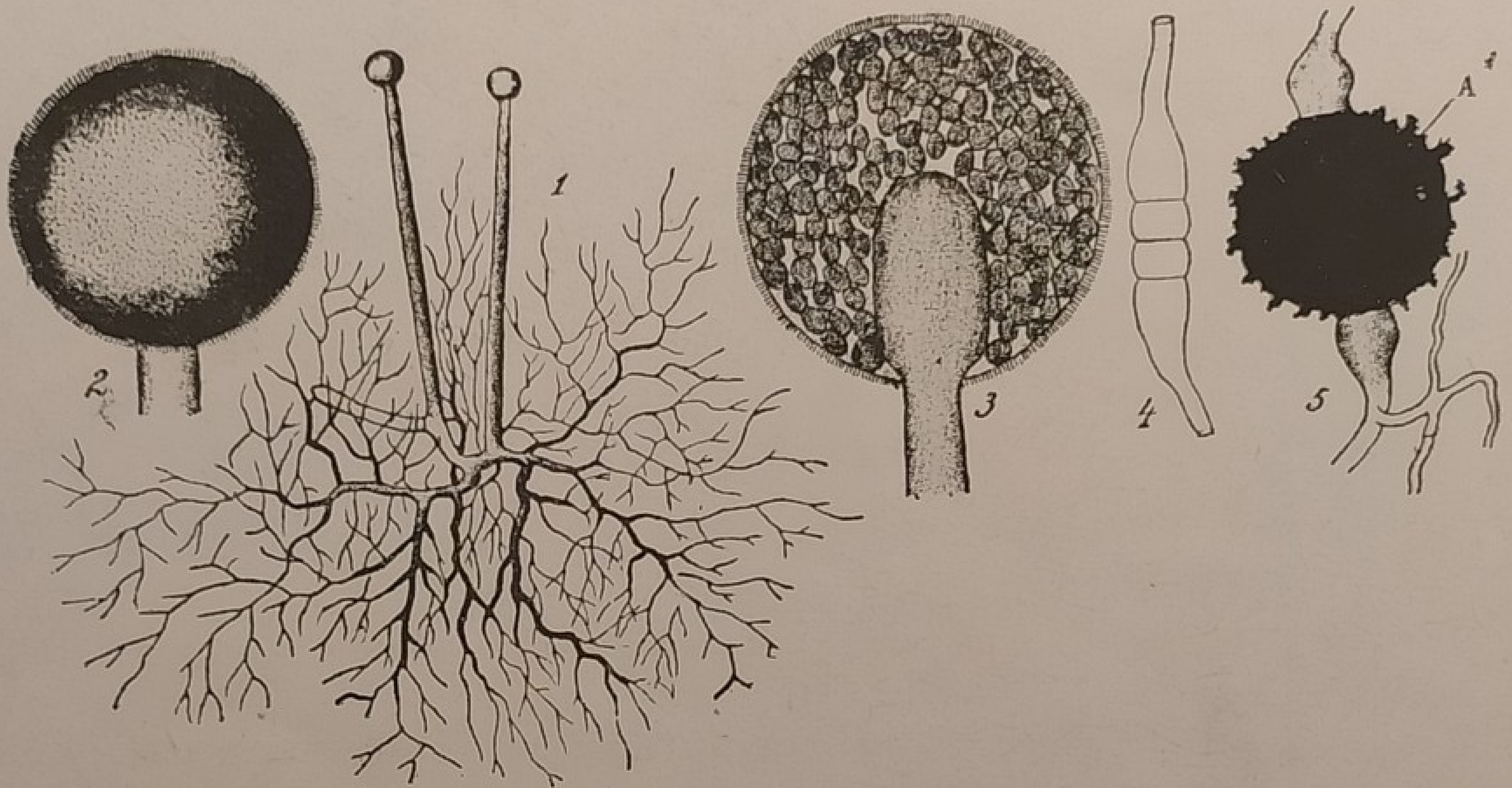


Fig. 209 – *Mucor Mucedo*.
1) micelio con giovani sporangi - 2) sporangio maturo - 3) uno sporangio in sezione - 4) zigosi o coniugazione - 5) zigospora (A).

si moltiplica rapidamente per gemmazione e produce nel suo interno un enzima col quale scompone il glucosio. Analoga fermentazione produce il *Saccharomyces cerevisiae* sul *malto* (orzo preparato per fare la birra) sdoppiando il saccarosio in glucosio e levulosio, mediante l'enzima detto *invertina*. Il profumo della birra è dovuto al Luppolo.

Al gruppo degli Ascomiceti ascriviamo anche i *Tartufi*, funghi che vivono sotto terra, presso le radici di alberi, come le Querce, e vengono disseminati allo stato naturale dai cinghiali. L'uomo ne fa attiva ricerca perchè pregiati come alimento.

Così pure nei campi di Grano è diffusa da noi, in primavera, la *Spugnola* (*Morchella esculenta*) così detta per il suo aspetto somigliante ad una spugna e ricercata per il suo grato sapore.

Ficomiceti. – Appartengono a questa classe parecchie specie di Funghi, come, ad es., la **Muffa bianca comune** (*Mucor mucedo*) (fig. 209) che si sviluppa sul pane bagnato, sul fieno, sulla polpa dei frutti. Il suo micelio penetra nel substrato, mentre le ife riproduttrici si elevano al di sopra di esso verticalmente e portano uno *sporangio* entro il quale si formano le spore. Sono queste che, diffondendosi nell'aria, vengono poi a cadere su

Fig. 210 – Vite ammalata di Peronospora (da *Kerner*).
a) grappolo - *b*) ife sporifere uscenti da uno stoma dell'epidermide fogliare - *c*) oogonio e anteridio - *d*) sporangio - *e*) id. inferiore - *f*) zoospora.

altri substrati e generano la muffa. Talvolta si osserva anche la riproduzione sessuale.

Una specie molto dannosa alle Viti è la **Peronospora** (*Plasmopara viticola*) (fig. 210) il cui micelio penetra nel tessuto interno della foglia (o anche del frutto), mentre le ife riproduttive escono dagli stomi della pagina inferiore formando come una specie di efflorescenza bianca (invece dalla parte opposta si formano delle chiazze brune). Queste ife riproduttive portano degli sporangi che si staccano e vengono diffusi dal vento. Cadendo poi gli sporangi su altre foglie di Vite, allorchè il tempo è umido, si aprono e generano zoospore che subito germogliano producendo un nuovo micelio; in tal modo la malattia si propaga rapidamente. Si ha però anche una riproduzione sessuale per *oogoni* e per *anteridi*.

Fig. 211 – Ernia della Rapa (*Brassica rapa*) prodotta dalla *Plasmodiophora brassicae* (da *Pureuf*).

La oospora che si forma è *ibernante*, cioè destinata a passare l'inverno e a svilupparsi nella primavera seguente. La maggior resistenza presentata dunque da queste spore generate sessualmente torna quindi di grande utilità per la conservazione della specie. La Peronospora della Vite in Italia produce gravissimi danni. Per combatterla si usa, come è noto, il solfato di rame in soluzione. La malattia comparve in Italia nel 1879, portata dall'America.

Un'altra pianta parassita da ricordare è la **Peronospora della Patata** (*Phytophthora infestans*) che fa imputridire i tuberi e il fogliame della pianta, producendo gravi danni.

Mixomiceti. – I *Mixomiceti* sono funghi unicellulari che vivono parassiti su altre piante e hanno un ciclo di sviluppo caratteristico. Tale è, ad es., la **Plasmodiofora** (*Plasmodiophora brassicae*) (fig. 211) che produce sulle radici dei Cavoli delle specie di tumori (la così detta *Ernia dei Cavoli*). Esso ha la forma di una massa gelatinosa (*plasmodio*) nel cui interno si notano parecchi nuclei. Ma quando si dispone alla riproduzione esso va in cerca di aria e di luce e forma dei corpi fruttiferi (*sporangi*) entro cui si formano

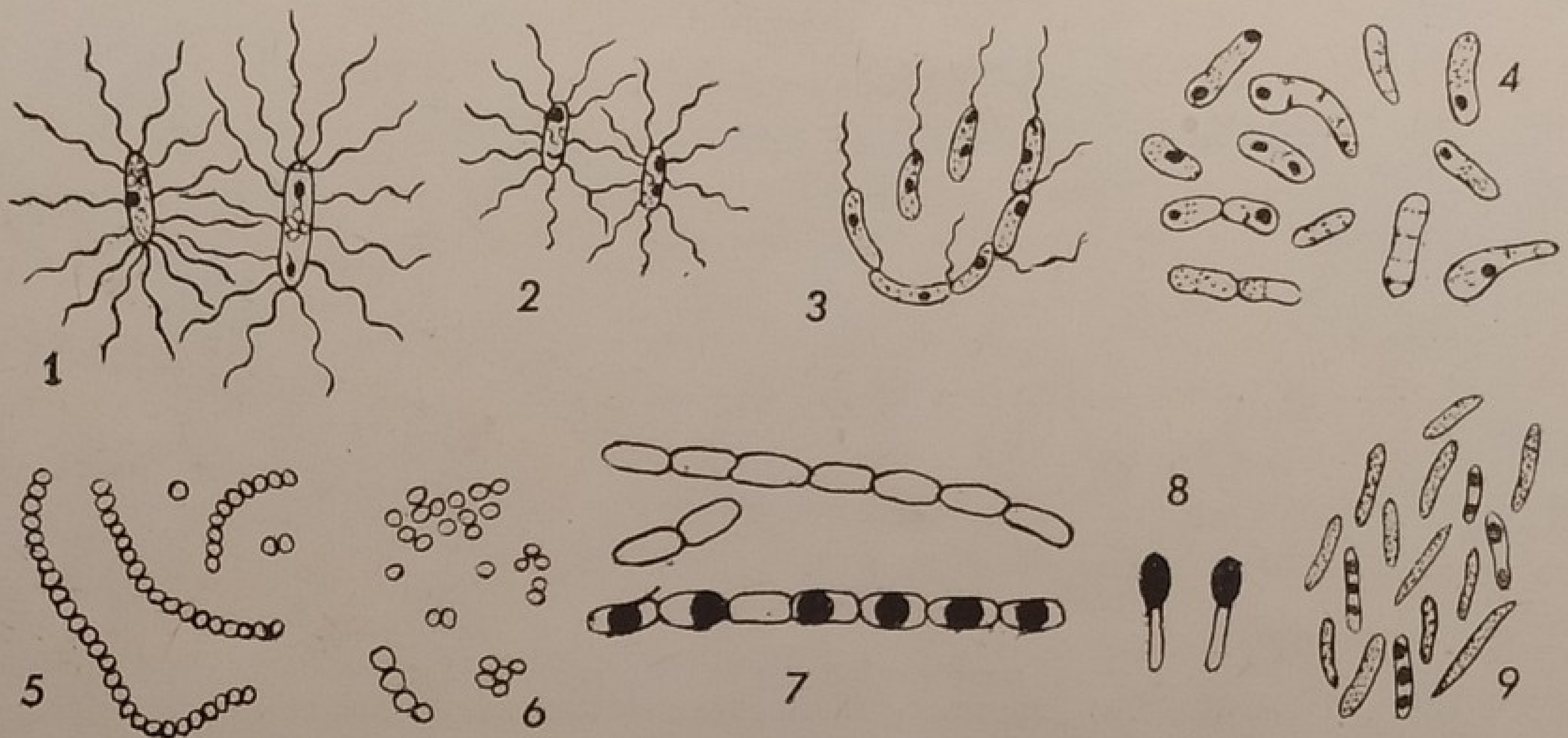


Fig 212.

1) bacilli del tifo - 2. bacilli del colon - 3) vibrioni del colera - 4) bacilli della difterite - 5) micrococchi della risipola - 6) micrococchi del pus - 7) bacilli del carbonchio - 8) bacilli del tetano - 9) bacilli della tubercolosi.

le spore. Le spore, a maturità, escono dallo sporangio e, sparpagliate dal vento, si diffondono ovunque. Se cadono nell'acqua si trasformano in *zoospore* (spore ciliate), le quali, nuotando, possono arrivare su terreno umido dove allora si trasformano in specie di *amebe*. Queste coi loro movimenti ameboidi si spostano, ed incontrandosi in altre simili, si fondono con esse, costituendo così il *plasmodio* il quale, sempre con movimenti ameboidi, si porta sulla pianta ospite. — Altro Fungo appartenente a questo gruppo è la *Spumaria alba*, il cui plasmodio in forma di schiuma si trova di frequente sulle erbe dei prati e somiglia ad uno sputo (da non confondersi con una formazione simile dovuta alla larva della *Sputacchina* (*Aphrophora spumaria*).

Bacteri o Schizomiceti. – I **Bacteri** o *Schizomiceti* (così detti perchè si riproducono per lo più per *divisione* e riuniti dai botanici insieme con le *Cianoficee* o *Alghe azzurre* nel sottotipo delle *Schizofite*) sono funghi *unicellulari* e di una piccolezza estrema, muniti di membrana e di citoplasma, nel quale si notano piccoli granuli di cromatina da alcuni interpretati come sostanza nucleare, mancando in essi un vero e proprio nucleo. Per *endogenia* si possono formare spore, le quali sono in genere resistentissime al freddo, al caldo e all'azione di molti disinfettanti. La forma della cellula è assai variata, potendo essere rotondeggiante, ovale, allungata, a virgola, e po-

tendo essere munita di una o più ciglia o di ciuffi di ciglia (onde il nome di *cocchi*, *bacilli*, *spirilli*, ecc.) (fig. 212).

I Bacteri vivono un po' dovunque: nel terreno, nell'acqua, nell'aria, entro il corpo di organismi. Alcuni sono utili, altri dannosi.

Bacteri utili. – Molti sono i Bacteri utili. Così i Bacteri *nitrificanti* del terreno (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*) che ossidano l'ammoniaca ad acido nitroso e nitrico e preparano i sali di azoto solubili per le piante. Fissatori di azoto libero dell'aria sono gli *Azobacteri* del terreno e il *Rhizobium leguminosarum*, che vive in simbiosi nelle radici delle Leguminose.

Fig. 213 – *Delesseria sanguinea.*

Altri Bacteri utili sono quelli componenti la così detta *flora intestinale*, e che producono nell'intestino, specie degli animali erbivori, fermentazioni diverse, aiutando così il processo della digestione. Altri Bacteri utili sono quelli che trasformano il vino in aceto (*Bacterium aceti*); o producono l'acidificazione del latte (*Bacillus acidi lactici*).

Bacteri dannosi. – Sono questi i Bacteri *patogeni*, generatori cioè delle malattie infettive (tifo, colera, tubercolosi, polmonite, tetano, ecc.). La loro importanza è quindi grandissima, specie per l'uomo, il quale va purtroppo debitore a questi esseri delle più gravi e mortali malattie. Vi è un ramo speciale della Medicina — la *Bacteriologia* — la quale si occupa dello studio particolare dei Bacteri patogeni, del modo di coltivarli, delle azioni specifiche che producono, del modo di combatterli. La coltura si fa isolando uno di questi Bacteri e mettendolo a prosperare o in brodo o in gelatina (agar-agar) o su substrato solido (patata), in modo che, riproducendosi presto il bacterio per divisione, si formino molti individui sui quali più facile sarà fare osservazioni, studî, esperimenti.

L'azione dei Bacteri patogeni si manifesta dannosa soprattutto per i veleni (*tossine*) che essi producono; e sul metodo di cura (*immunità* e *sieroterapia*) contro questa azione si parla nel volume della Biologia animale.

Le spore dei Bacteri resistono ai calori estremi e ai freddi più intensi; per uccidere quindi le spore occorrono disinfettanti molto energici (alcool, sublimato) o prolungate ebollizioni.

Sottotipo: Alghe.

Le Alghe sono piante *uni-* o *pluricellulari*, col tallo variamente differenziato così da simulare, qualche volta, piante di organizzazione superiore.

Posseggono per lo più clorofilla e sono quindi piante *autotrofe*; ma spesso, insieme con la clorofilla, contengono varî pigmenti, che danno ad esse un colore in prevalenza giallo, o bruno, o rosso, o azzurro. Vivono quasi tutte nelle acque specialmente marine, dove costituiscono quasi da sole la vegetazione sottomarina; ma sono abbondanti anche nelle acque dolci degli stagni, delle paludi, delle sorgenti. Si riproducono *agamicamente* (per *divisione*, *gemmazione*, *endogenia*) o sessualmente (per *coniugazione*, e per *anterozoidi* e *oosfere*).

Fig. 214 – Alga Floridea (*Chylocladia clavellosa*).

Le Alghe comprendono parecchie Classi: *Floridee*, *Caracee*, *Feoficee*, *Cloroficee*, *Coniugate*, *Diatomee*. Le *Cianoficee* si riuniscono insieme con i Bacteri nel sottotipo delle *Schizofite*.

Eritroficee o **Floridee** od **Alghe rosse.** – Sono queste le Alghe superiori, di colore rosso o porpora o violaceo, dovuto alla presenza di pigmenti (*ficoeritrina*, *ficocianina*), oltre a quello verde, abbondanti entro le cellule del tallo avente una grande varietà di forme e fisso alla base mediante fili o dischi di adesione.

Nelle **Coralline** il tallo è crostoso per incrostazioni di carbonato di calcio. La riproduzione è agamica e sessuale.

Le Floridee sono quasi esclusivamente marine e abitano di preferenza le regioni più basse della zona costiera.

Ricordiamo fra queste il *Chondrus crispus* vivente sulle coste del Mare del Nord e che disseccato dà una droga: il *carragheen*, che fornisce una gelatina.

Diverse altre specie dànno l'*agar-agar*, pure usato per preparare gelatine.

Altre alghe floridee sono la: *Delesseria sanguinea* (fig. 213) e la: *Chylocladia clavellosa* (fig. 214), dal tallo assai frastagliato.

Caracee. – Le Caracee sono Alghe che formano spesso verdi praterie sul fondo dei ruscelli e degli stagni e si distinguono per la loro struttura ramificata con rami laterali (fig. 215) disposti a verticillo e portanti sui nodi gli organi riproduttori consistenti in *anteridi*, rossi e globosi, e in *oogemme*, contenenti l'oosfera (fig. 216), la quale, dopo la fecondazione, si trasforma in una oospora bruna e calcificata.

Feoficee o **Alghe brune.** – Fra queste ricordiamo la **Quercia marina**

(*Fucus vesciculosus*) (fig. 3) che vive nei mari nordici di Europa, attaccata al fondo, e con tallo nastriforme ramificato dicotomicamente; all'estremità dei rami porta vescicole piene d'aria che la tengono galleggiante.

Raggiunge fino a 100 e più metri di lunghezza.

Altra Feoficea è il **Sargasso** o **Uva di mare**, che forma banchi galleggianti nel mezzo degli oceani (*Mare dei Sargassi*) (fig. 217).

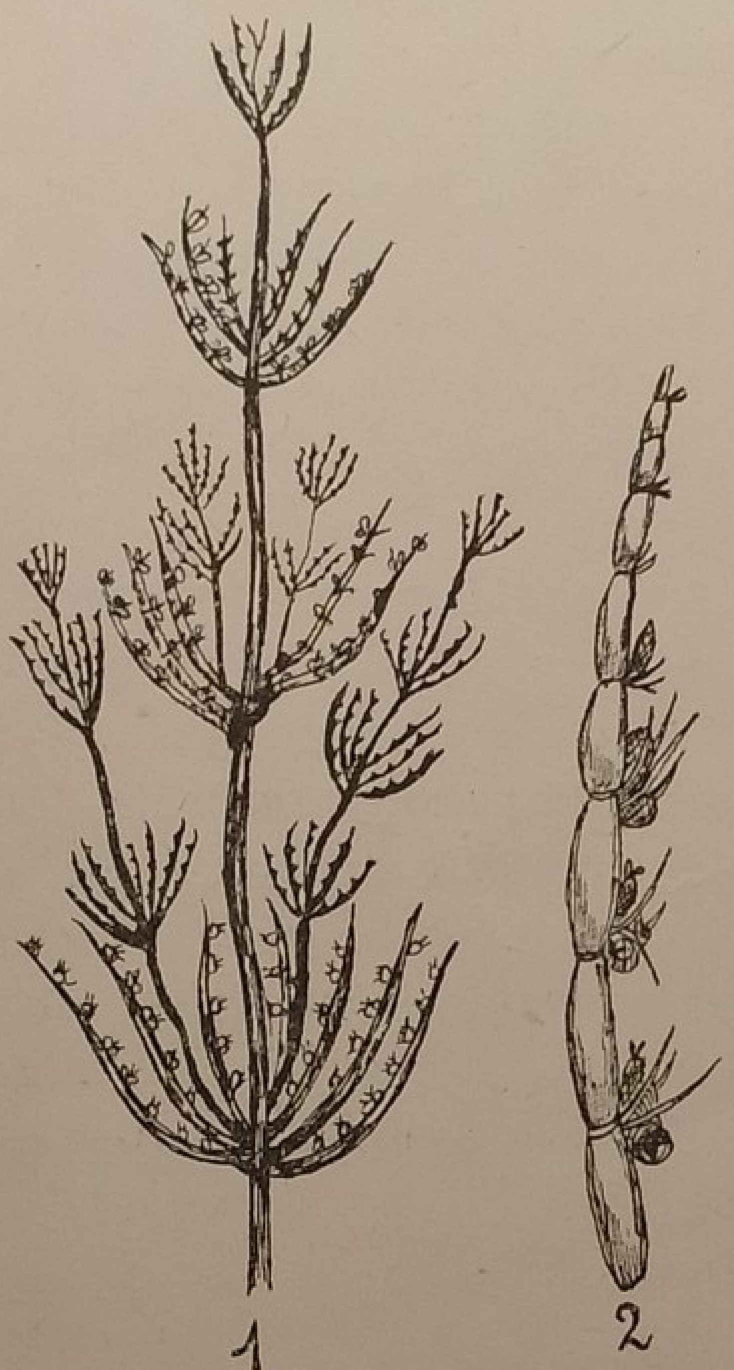


Fig. 215 – 1. Pianta di *Chara fragilis*. 2. Asse laterale con anteridi e oogemme.

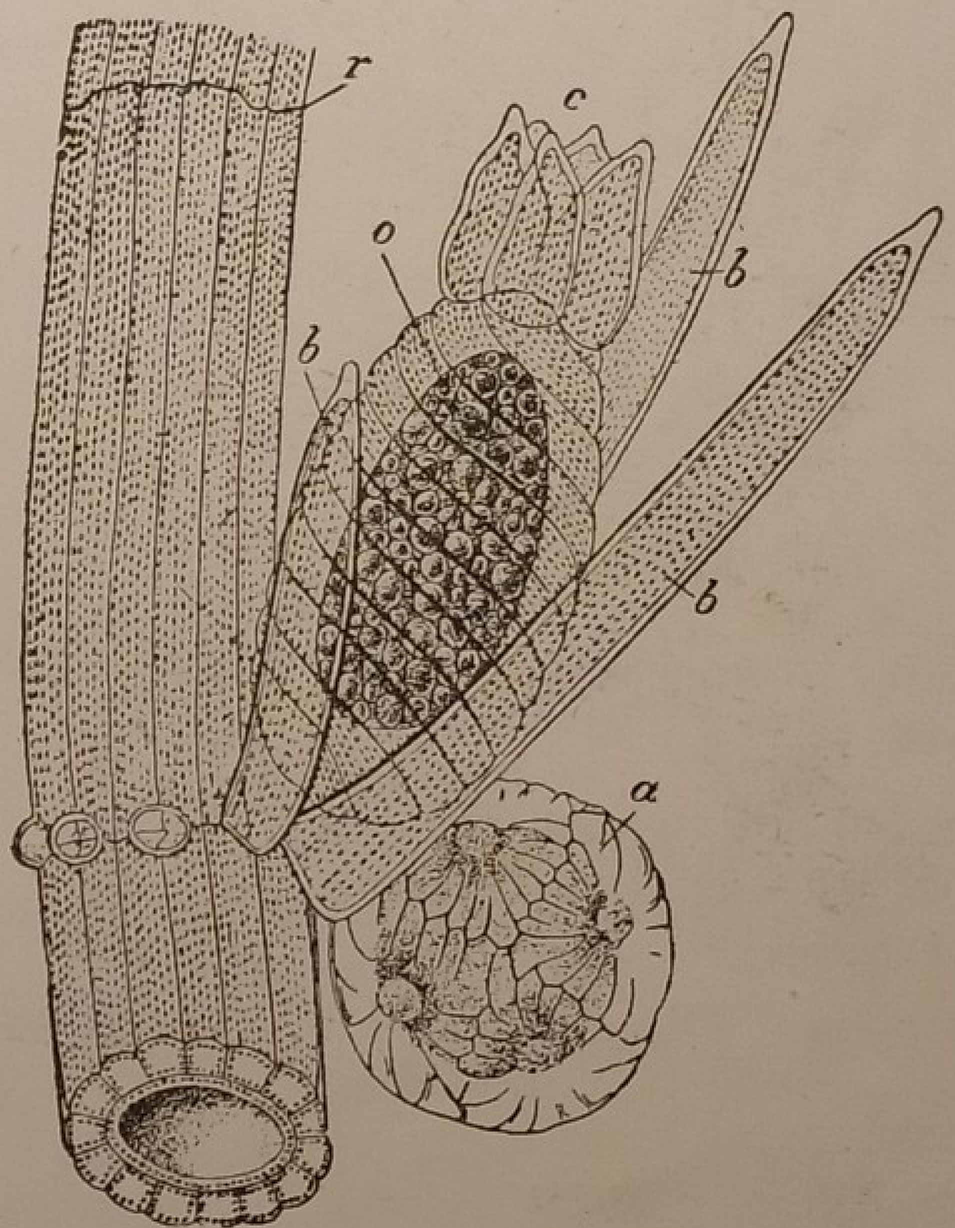


Fig. 216 – Porzione ingrandita del tallo di *Chara fragilis* con (*a*) anteridio, (*o*) oogemma, (*b*) ramo fogliforme, (*c*) corona (da *Sachs*).

Cloroficee. – Alghe verdi comprendenti parecchi ordini. Ve ne sono di *unicellulari* come l'**Haematococcus pluvialis**, che si trova spesso nelle pozze di acqua di pioggia. Nella cellula è contenuta una sostanza pigmentale rossa, che si riscontra anche nel **Clamydomonas nivalis**, Alga che vive sui nevai alpini e determina il fenomeno della *neve rossa*.

Nel **Volvox** (fig. 218) si ha una *colonia* di cellule formante una sfera cava e nuotante per mezzo di ciglia di cui sono provvedute le singole cellule poste alla periferia. Nell'interno della cavità si trovano le cellule sessuali; l'oosfera fecondata si trasforma in una *oospora*.

Il *Volvox* vive nelle acque dolci.

Fra le Alghe *pluricellulari* di questo gruppo ricordiamo la **Lattuga di mare** (*Ulva lactuga*), così detta per il suo aspetto di insalata essendo il tallo

Fig. 217 – Sargasso (*Sargassum bacciferum*). *a*, *b*) porzioni del tallo - *c* frammento del medesimo.

formato da grandi lamine verdi fogliformi, e che sta attaccata agli scogli. I pescatori se ne servono per avvolgervi il pesce e mantenerlo fresco.

Si riproduce per *zoospore* cigliate, agamicamente, ma si ha anche la riproduzione sessuale.

Numerose sono in questo gruppo le Alghe che vivono nelle acque correnti, formando ciuffi di fili ramosi attaccati al fondo, come la **Cladophora glomerata**, e che si riproducono sia per *zoospore*, sia sessualmente per *isogamia* (gameti uguali).

L'**Acetabularia mediterranea**, che vive nel nostro Mediterraneo, si incrosta di carbonato di calcio.

Nella **Vaucheria sessilis**, alga d'acqua dolce, la riproduzione sessuale avviene per *oogoni* o *anteridi*; gli uni contenenti l'*oosfera*, gli altri gli *anterozoidi*.

Coniugate. – Queste Alghe verdi, a cellule isolate, o unite in filamenti, formano un vasto gruppo che vive nelle acque dolci e si riproducono per *coniugazione*. Frequente a vedere galleggiante sull'acqua dei maceri è una specie di bambagia verde costituita dai filamenti di diverse specie di Alghe, tra le quali la **Spirogyra**, così detta perchè la clorofilla entro ogni cellula ha forma di spirale con un nucleo ben visibile e con corpi caratteristici detti *pirenoidi*. In primavera avviene la coniugazione. Due filamenti di Alga si avvicinano, e in due cellule corrispondenti, poste cioè una di fronte all'altra, si forma nella membrana di ognuna di esse una protuberanza che, incontrandosi con quella del lato

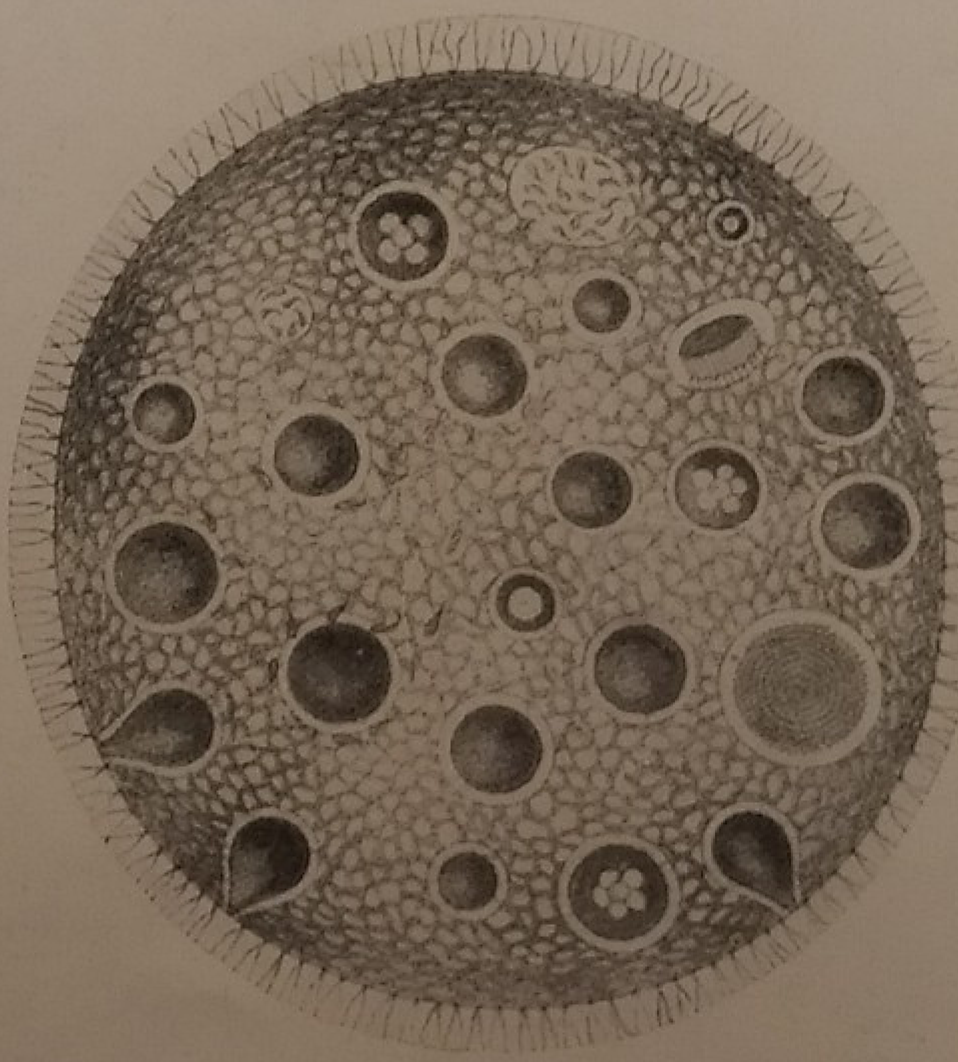


Fig. 218 – *Volvox globator* (colonia con oosfere in vari stadi di sviluppo).

opposto, si unisce con essa e finisce col formare internamente un ponte di passaggio fra una cellula e l'altra. Attraverso questo ponte il contenuto protoplasmatico di una delle cellule passa nell'altro e si fonde con esso; si origina così una *zigospora* coperta da una robusta membrana; questa zigospora cade poi al fondo e darà origine, nella primavera seguente, ad un nuovo filamento.

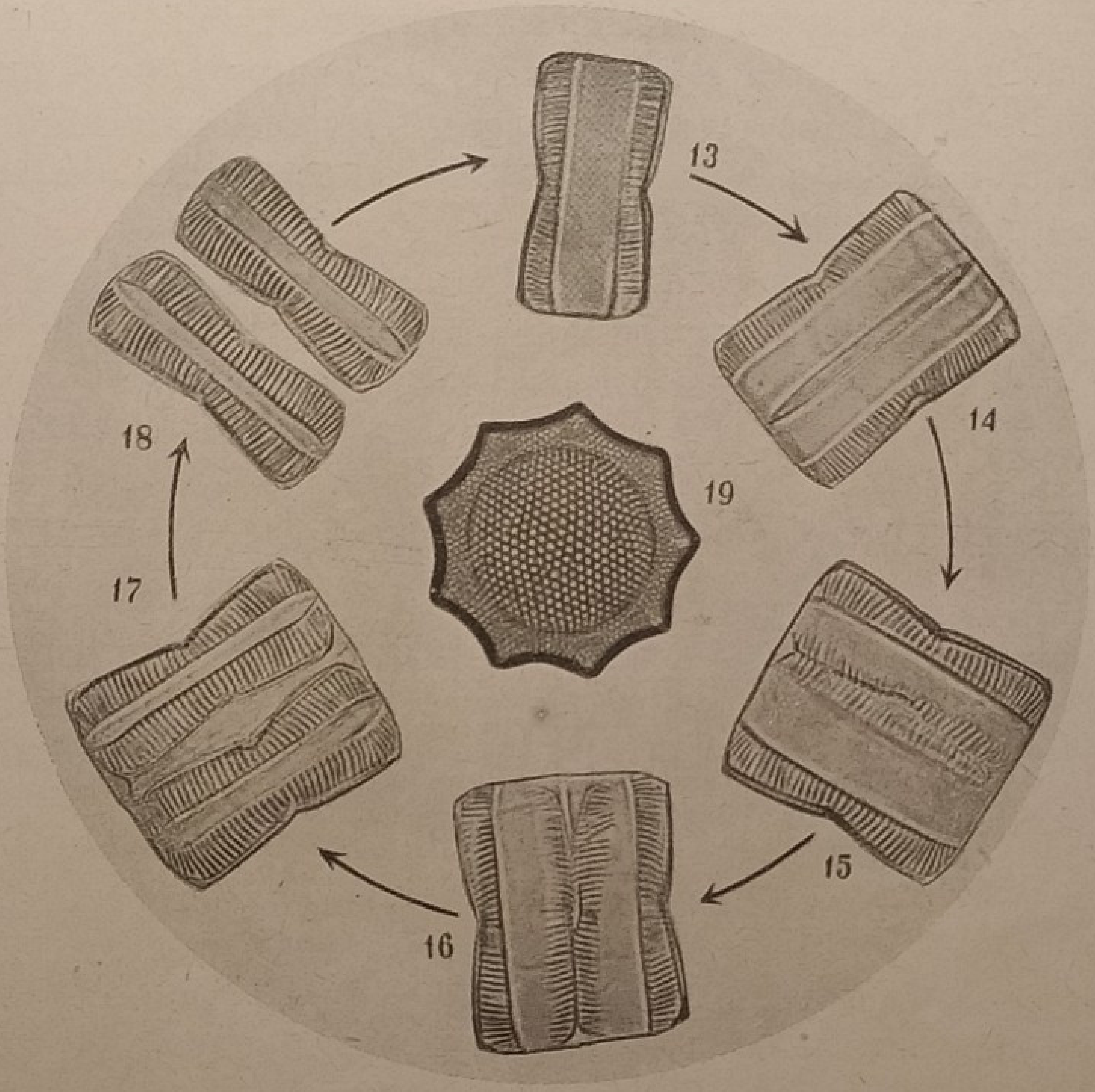


Fig. 219 – Riproduzione per divisione di una Diatomea (*Navicula cancellata*): da 13 a 18, stadi successivi della divisione; in 18, le due cellule figlie con le nuove valve; 19, altra diatomea (*Biddulphia imperialis*) (microfotografie di *Paolo S. Conger*: da « *Sapere* »).

Diatomee. – Alghe *unicellulari*, solitarie o riunite in colonie, provviste di uno scheletro siliceo elegantemente e finemente scolpito e formato come da una scatola col suo coperchio. Il loro colore giallastro è dovuto alla presenza di una sostanza detta *diatomina*.

Vivono nelle acque del mare e nelle acque dolci. Alla loro morte i gusci scendono al fondo dove formano, col tempo, potenti sedimenti (*tripoli*, *farina fossile*).

Caratteristica è la loro riproduzione. Normalmente la riproduzione avviene per *divisione* (fig. 219). Una diatomea si divide in due, e ognuna, ricostituendosi genera una nuova valva, che si forma *dentro* la prima, cosicchè, col tempo,

ripetendosi questo processo, il corpo dell'Alga diventa sempre più piccolo, e l'esistenza della specie rimarrebbe compromessa se non intervenisse un processo di *coniugazione* per cui una Diatomea piccola si libera di tutte due le valve e si fonde con un'altra, pure piccola, che ha fatto altrettanto, ricostituendo un individuo di grandezza normale. Il nuovo individuo riforma naturalmente poi due nuove valve.

Cianoficee. – Sono dette anche *Alghe azzurre* per il loro colore dovuto ad un pigmento azzurro: la *ficocianina*. Contengono anche clorofilla. Sono alghe unicellulari ora riunite in catenelle filamentose, ora formanti masse gelatinose, che si trovano presso le sorgenti, sul terreno umido, sulle rocce bagnate, come la **Gelatina di terra** (*Nostoc*) e l'**Oscillaria**, così detta per un movimento oscillatorio caratteristico.

Si trovano anche sulle cortecce degli alberi e sui muri umidi. Si riproducono per via agamica mediante la divisione (onde anche il nome di *Schizoficee*). In molte specie si formano *spore*.

amidon $C_6H_{10}O_5$

cellulose $(C_6H_{10}O_5)_4$

La cellulose est un polymère de l'amidon.

PARTE SECONDA

LA CELLULA VEGETALE

Anche il corpo dei vegetali, come quello degli animali, è formato da cellule. Esistono piante formate da una cellula sola (piante *unicellulari*); altre (la maggior parte) sono formate dall'insieme di più cellule (piante *pluricellulari*). La *cellula non è che una porzione delimitata della sostanza vivente*, ossia del *protoplasma* e costituisce, negli esseri viventi pluricellulari, l'*elemento anatomico, fondamentale dei tessuti componenti l'intero organismo*.

La *cellula vegetale tipica* è, analogamente a quella degli animali, costituita dalla *membrana* e dal *protoplasma*, distinto in *citoplasma* e *nucleo*; tuttavia essa presenta delle caratteristiche proprie che valgono a differenziarla (fig. 220).

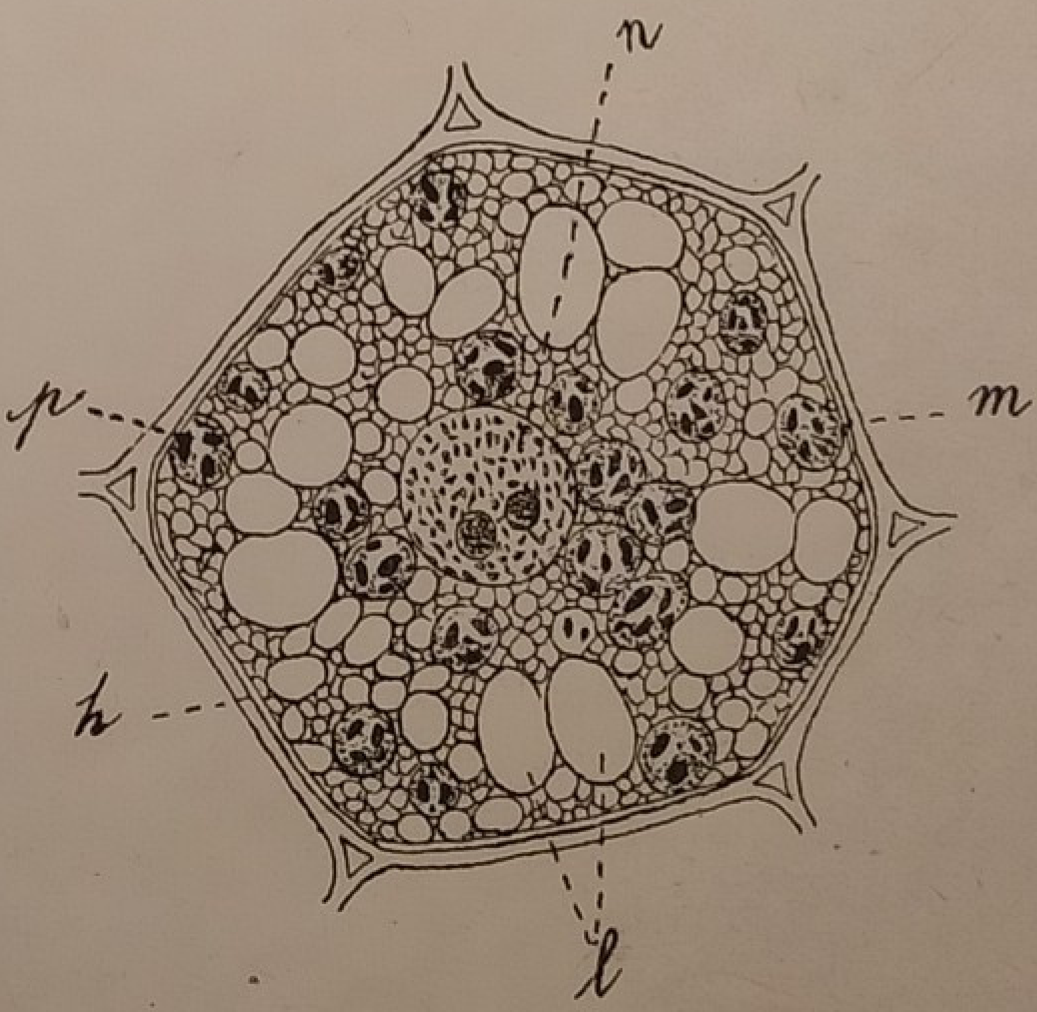


Fig. 220 – Cellula vegetale di Lupino vista al microscopio.

m) membrana - *h*) citoplasma - *l*) vacuoli - *p*) plastidi con amido - *n*) nucleo con nucleoli.

La membrana cellulare. – Qualche volta in alcune cellule vegetali la membrana manca, ma in generale essa è presente e ben distinta dal citoplasma, dal quale si differenzia per la sua costituzione chimica, essendo formata da *cellulosa*, sostanza isomera dell'amido, della formula $(C_6H_{10}O_5)_4$.

Notevoli sono le trasformazioni alle quali va incontro la membrana nelle cellule vegetali. Dapprima sottile nelle cellule giovani, essa va in seguito a poco a poco estendendosi e ingrossandosi. Se si estende in superficie e in modo ineguale la cellula da rotondeggiante può farsi tubulosa, cilindrica, fusiforme, ecc.

Per la deposizione di strati successivi, che il citoplasma produce dall'interno, la membrana si ingrossa e si inspessisce. Tale inspessimento può essere omogeneo, ma per lo più è in alcune parti più sviluppato e in altre

meno; ne risultano di conseguenza, nell'aspetto esterno delle cellule, delle particolari strutture ad *anelli*, a *spirali*, *reticolate*, *punteggiate*, delle quali parleremo ancora più avanti. Le cellule, unendosi insieme, possono però comunicare fra di loro attraverso le parti assottigliate della membrana, mediante filamenti citoplasmatici (*plasmodesmi*).

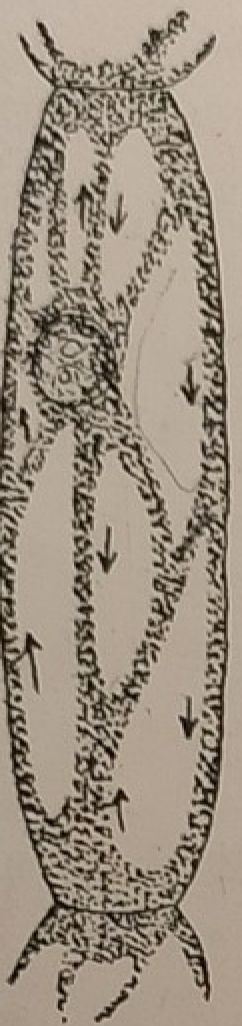


Fig. 221. Cellula di un pelo staminale di *Tradescantia virginica*. Le correnti del citoplasma sono indicate dalle frecce.

A queste trasformazioni fisiche si accompagnano anche trasformazioni di natura chimica. Ed infatti la membrana si può infiltrare di *cutina* (sostanza a composizione chimica sconosciuta) e una membrana *cutinizzata* diventa impermeabile all'acqua e ai gas. Tali sono, ad es., le membrane di molte cellule costituenti l'epidermide superiore di foglie o di fusti. Oppure si può trasformare in *suberina*, altra sostanza pure impermeabile all'acqua e ai gas; cellule così trasformate in *sughero* si osservano, ad es., nella parte esterna dei fusti, dei tuberi, dei rizomi. Oppure può trasformarsi in *lignina*, come avviene nelle cellule che formano il *legno* delle piante.

La lignina è anch'essa un composto chimico non ben definito, che accresce la rigidità delle cellule senza però abolirne del tutto la permeabilità per l'acqua e le sostanze disciolte.

Altre volte le membrane si trasformano in *gelatine*, *mucillaggini*, *gomme* (semi di Lino, di Carrubo, gomme del Ciliegio, gomma arabica di certe Acacie), sostanze tutte che si gonfiano e si rammolliscono con l'acqua.

La membrana può anche incrostarsi di sostanze minerali, e allora si dice *mineralizzata*. Le sostanze minerali più comuni sono il *carbonato di calcio* (alcune Alghe rosse, come la *Corallina*) e la *silice* (Alghe diatomee, Equiseti, Graminacee). È noto come l'epidermide delle spighe di frumento sia dura e tagliente.

Il citoplasma. – Il *citoplasma* risulta formato da una sostanza semifluida, trasparente, gelatinosa, di natura colloidale. A forte ingrandimento si scorgono in esso filamenti e granuli minutis-

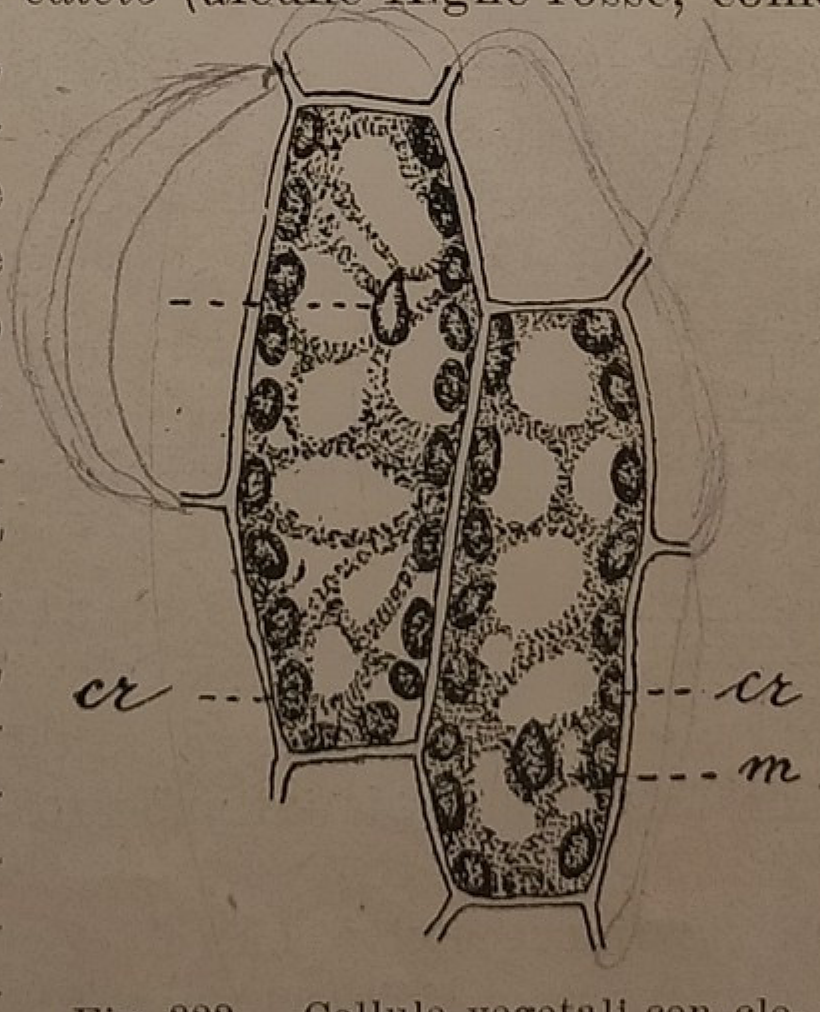


Fig. 222 – Cellule vegetali con cloroplasti (*cr*) - *m*) nucleo (ingr 400 v.).

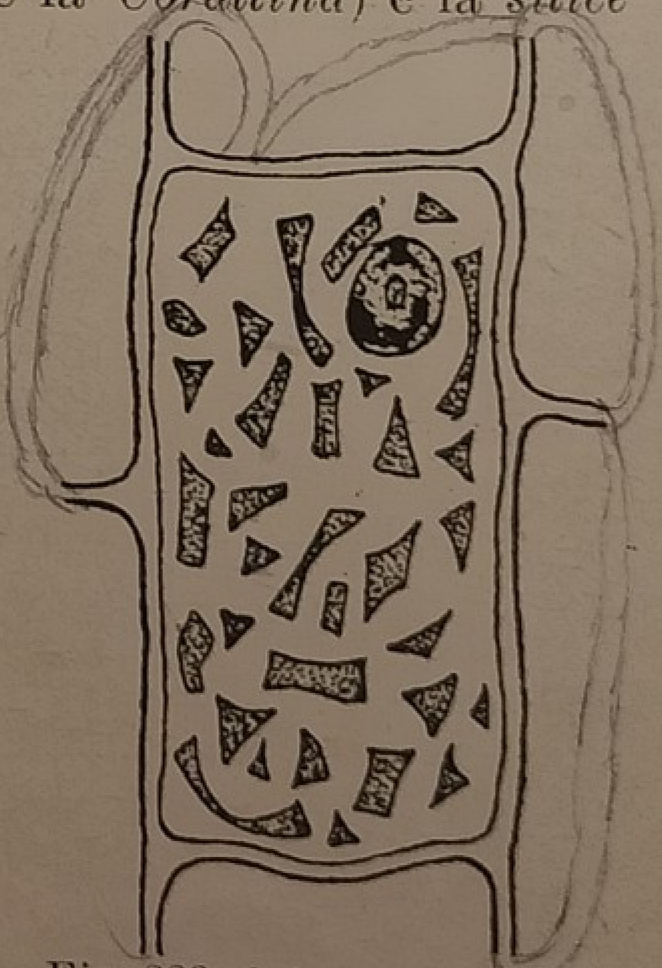


Fig. 223. Cellula di Tropeolo con cromoplasti e nucleo (ingrand. 600 volte).

simi (*microsomi*). Alcune volte questa sostanza vivente riempie tutta la cellula; altre volte, e più frequentemente, si addossa alle pareti lasciando solo dei sottili ponti di comunicazione attraverso l'interno della cellula, la quale si arricchisce così di grossi *vacuoli* pieni di *succo cellulare*, cioè di un liquido

Fig. 224 - Granuli di amido: 1, del nocciolo di Albicocca; 2, della Patata; 3, dell'albume del Frumento; 4, dell'Avena; 5, del Mais.

acquoso in cui stanno disciolte sostanze derivanti dall'attività metabolica del protoplasma stesso. Con l'invecchiare della cellula i vacuoli ingrandiscono e confluiscono fra loro fino a che si forma una cavità unica, e il protoplasma a poco a poco scompare insieme col nucleo, non rimanendo che una cellula morta. Le cellule morte però dei vegetali, a differenza di quanto avviene negli animali, non si rendono inutili, ma continuano ad esercitare nella pianta funzioni importanti, quali quelle di solidità e di sostegno, come, ad es., le cellule del legno vecchio. È notevole il fatto che in alcune cellule viventi vegetali, come in quelle dei peli staminali della *Tradescantia virginica*, si possono vedere dei movimenti del protoplasma in forma di *correnti* circolatorie o rotatorie (fig. 221), le quali trascinano anche con sè il nucleo e speciali corpuscoli caratteristici in generale delle cellule vegetali: i così detti *plastidi*.

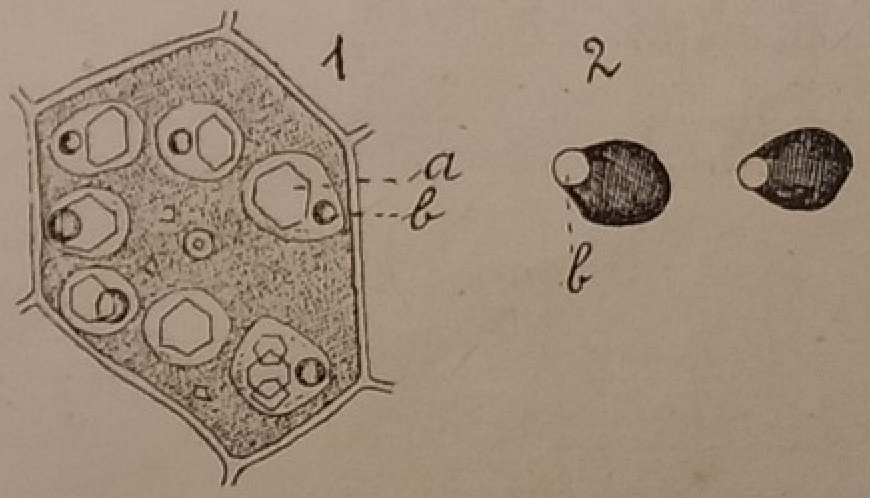


Fig. 225 - 1. Cellula del seme di ricino: *a*) cristalloide; *b*) globoide. - 2. Granuli di aleurone isolati: *b*) globoide.

I plastidi. – Si distinguono diverse specie di plastidi; alcuni incolori, detti *leucoplastidi*; altri colorati variamente detti *cromoplastidi*; altri tipici per il loro colore verde detti *cloroplastidi* (fig. 222).

I *leucoplastidi* si trovano abbondanti nelle parti delle piante dove occorre trasformare lo zucchero solubile in amido di riserva, come, ad es., nei tuberi delle patate. Esposti alla luce però inverdiscono; anzi nelle cellule giovani essi rappresentano il primo stadio di formazione dei cloroplastidi.

I *cromoplastidi* (fig. 223) dànno i colori rosso e giallo a molti frutti e fiori perchè contengono pigmenti colorati: la *carotina* (che dà il colore rosso alla carota) e la *xantofilla*, gialla. Ma più importanti di tutti sono i *cloroplastidi*, i quali, contenendo la *clorofilla*, dànno il colore verde alle piante ed esercitano una funzione essenziale per la vita della pianta: quella di presiedere alla fabbricazione delle sostanze alimentari, come si dirà più estesamente allorchè parleremo della *funzione clorofilliana*.

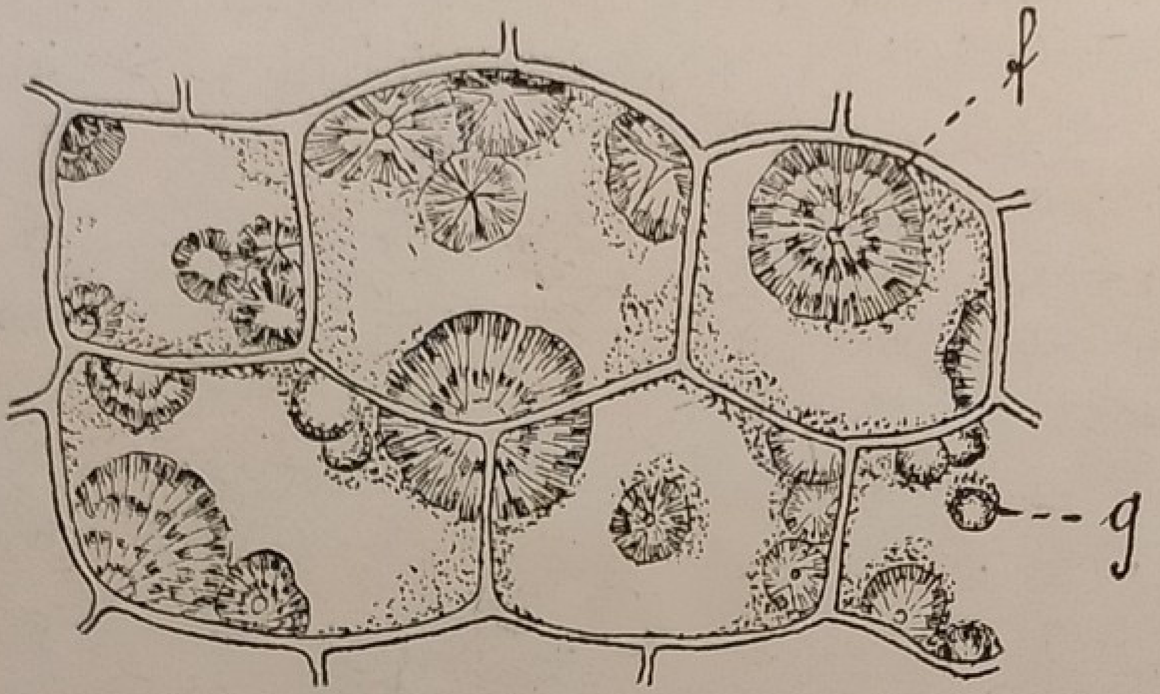


Fig. 226 – Cristalli di inulina del tubero di Dahlia: *f*) sferocristalli; *g*) globuli amorfi di inulina (ingrandito 400 volte).

La *clorofilla* si può estrarre facilmente dalle cellule mettendo delle foglie verdi nell'alcool a 95°, previa immersione rapida nell'acqua bollente. La soluzione alcoolica di clorofilla così ottenuta però non è pura, contenendo altri pigmenti. Infatti, trattata con benzolo, sbattuta e poi lasciata riposare, la soluzione si separa in due strati: uno superiore più leggero costituito dal benzolo contenente *clorofilla pura*, e uno inferiore più pesante formato dall'alcool contenente in soluzione altri due pigmenti: la *carotina*, rosso-aranciata e la *xantofilla*, gialla (1). La soluzione di clorofilla nell'alcool è fluorescente, ossia verde a luce trasmessa e rossa a luce riflessa.

Il nucleo. – Nella massa del citoplasma si trova un corpicciuolo globoide od ovale circondato da una sottile membrana (*membrana nucleare*). Questo corpo è il **nucleo.** Esso è costituito da una sostanza facilmente colorabile (*cromatina*) e da una sostanza fluida: il *succo nucleare.*

Il nucleo presiede alle funzioni di *riproduzione*, ma ha importanza fondamentale anche nel *metabolismo* o ricambio alimentare della cellula.

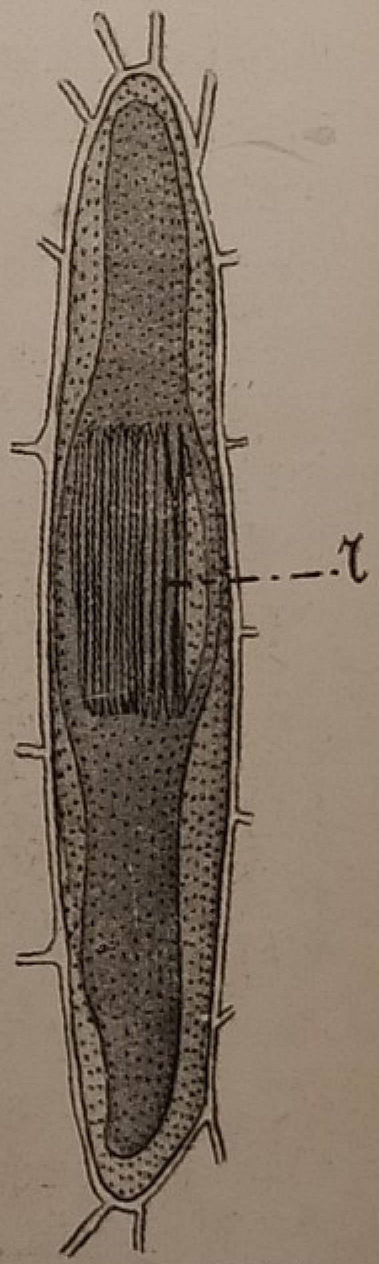


Fig. 227. Cellula con rafidi (*r*).

Inclusioni nel protoplasma. – Sia nel citoplasma propriamente detto, sia nel *succo cellulare* si trovano inoltre molte sostanze *derivate dall'attività vitale* del protoplasma stesso, come granuli di *amido*, di *aleurone*, di *inulina*, goccioline di *grassi* e di *olii*, *sostanze cristallizzate*, *pigmenti colorati.*

Amido. – Se osserviamo al microscopio una sottile sezione di un tubero

(1) La clorofilla pura è a sua volta costituita da due sostanze: la *clorofilla a* di colore blu-verde in soluzione, e la *clorofilla b* verde-giallastra.

di patata, è facile vedere i granelli di amido formati ciascuno come da tanti strati concentrici intorno ad un punto detto *ilo*. Ma la forma dei granelli di amido varia assai a seconda del materiale osservato (seme di Fagiuolo, di Grano, latice di Euforbia, ecc.) (fig. 224). In ciascuna pianta il granello d'amido ha una forma caratteristica. Se lasciamo cadere in vicinanza del preparato una goccia di iodio in soluzione acquosa, e facciamo in modo che essa venga a contatto con le cellule piene di amido, vediamo i granuli colorarsi in blu intenso, quasi nero; è questa la tipica reazione dell' amido dovuta alla formazione di un ioduro d'amido di colore azzurro.

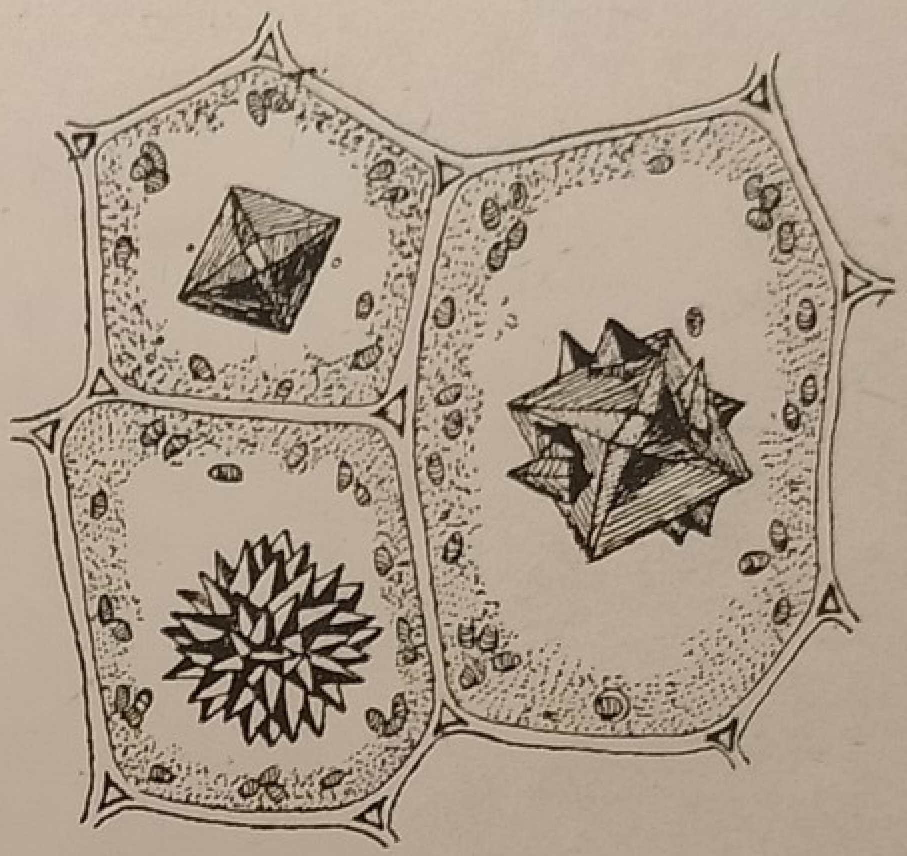


Fig. 228 – Cellule del picciuolo di Begonia contenenti cristalli ottaedrici e macle di ossalato di calcio.

L'amido si forma entro i plastidi verdi per sintesi diretta (*amido di prima formazione*), ma poi passa, trasformato in zucchero solubile, nei diversi membri della pianta e viene depositato in parte in organi di riserva (*amido di riserva*).

Aleurone o glutine. – Questi granuli sono spesso costituiti di due parti: il così detto *cristalloide* e il *globoide* (fig. 225). Il primo è formato da albumina cristallizzata; il secondo da albumina in unione con sali di calcio e di magnesio (*fitina*), e fosforo. Questi granelli si trovano nei semi dei cereali, e specialmente nei semi oleosi.

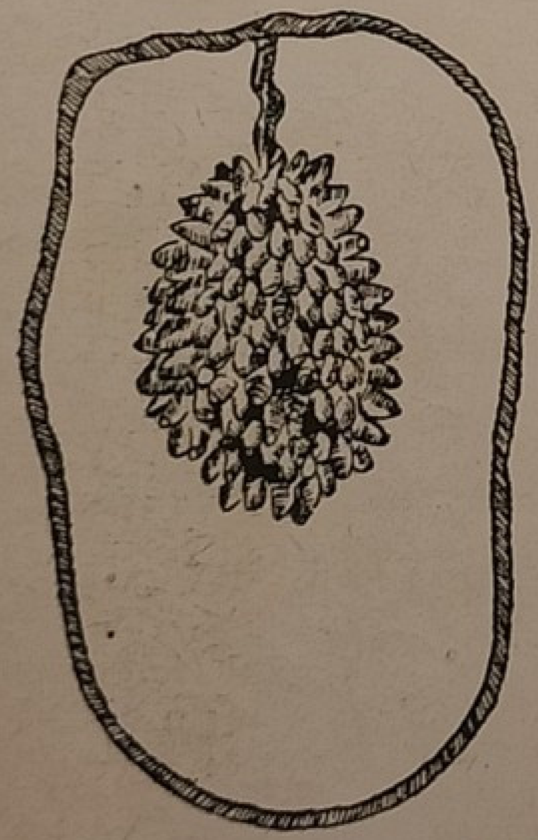


Fig. 229 – Cellula della foglia di *Ficus elastica* con cistolite.

Altre sostanze. – Nel *succo cellulare* poi stanno sciolti *zuccheri*, *inulina* (idrato di carbonio che si trova nelle Composte, come, ad es., nei tuberi della *Dahlia*, la comune Giorgina, e che ha funzioni di sostanza di riserva) (¹); *glicogene*, come nei Funghi. Inoltre *tannini*, *alcaloidi*, sostanze coloranti come le *antocianine* rosse e azzurre. I semi di Ricino contengono nelle loro cellule l'olio corrispondente; in altre piante si hanno *olii eterei*, *essenze*, *resine*.

Frequenti come prodotti finali del ricambio, i cristalli di *ossalato di calcio*, o isolati, o riuniti a fascio (*rafidi*) (fig. 227) o in forma stellata (*macle* o *druse cristalline*) (fig. 228). Talora nelle cellule si trovano dei corpi pietrosi speciali detti *cistoliti* (fig. 229).

(¹) Un pezzetto di tubero di Dahlia, messo nell'alcool o in glicerina, lascia vedere in sezione sottile al microscopio entro le cellule l'*inulina* cristallizzata in *sferocristalli* tondeggianti attraversati da fenditure radiali (fig. 226).

Forma e grandezza delle cellule. – La *forma* delle cellule varia assai. Può essere *sferica*, *cilindrica*, *prismatica*, *poligonale*, *stellata*. Quando la cellula assume forma affusata e allungata si chiama *fibra*. Quanto alle *dimensioni* queste sono in generale così piccole che occorre un forte ingrandimento per vedere le cellule. L'unità di misura è infatti il *micron* = un millesimo di millimetro. Talvolta però si trovano cellule visibili ad occhio nudo; anzi le fibre del Lino, ad es., arrivano a lunghezze di parecchi decimetri; ma queste non sono che eccezioni alla regola.

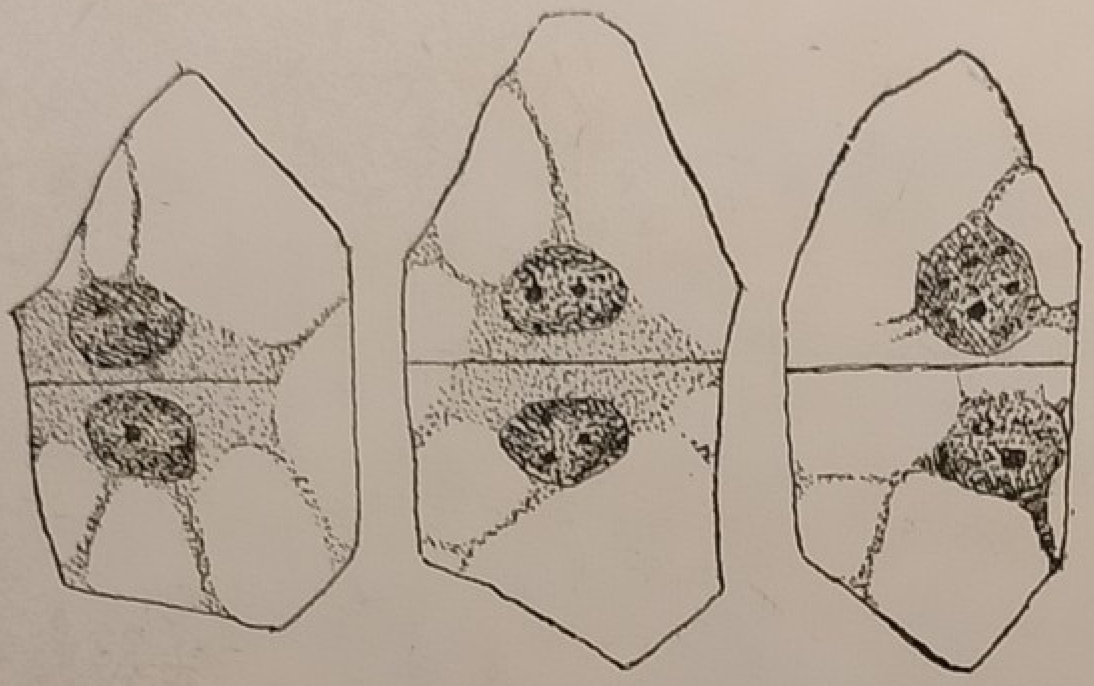


Fig. 230 – Stadi successivi della divisione in una cellula di *Epipactis*.

RIPRODUZIONE DELLA CELLULA

La cellula, come l'intero organismo di cui fa parte, *vive*, ossia *si nutre* assorbendo materiale dall'esterno; *assimila*, cioè trasforma le sostanze alimentari in protoplasma, in sostanza vivente; *reagisce* agli stimoli; *cresce* e si *sviluppa*; infine si *riproduce*.

Riproduzione della cellula. – Varî sono i modi di riproduzione della cellula.

La riproduzione può essere *agamica* o *sessuata*. Quella agamica può distinguersi a sua volta in *diretta* e in *indiretta* o *per cariocinesi*.

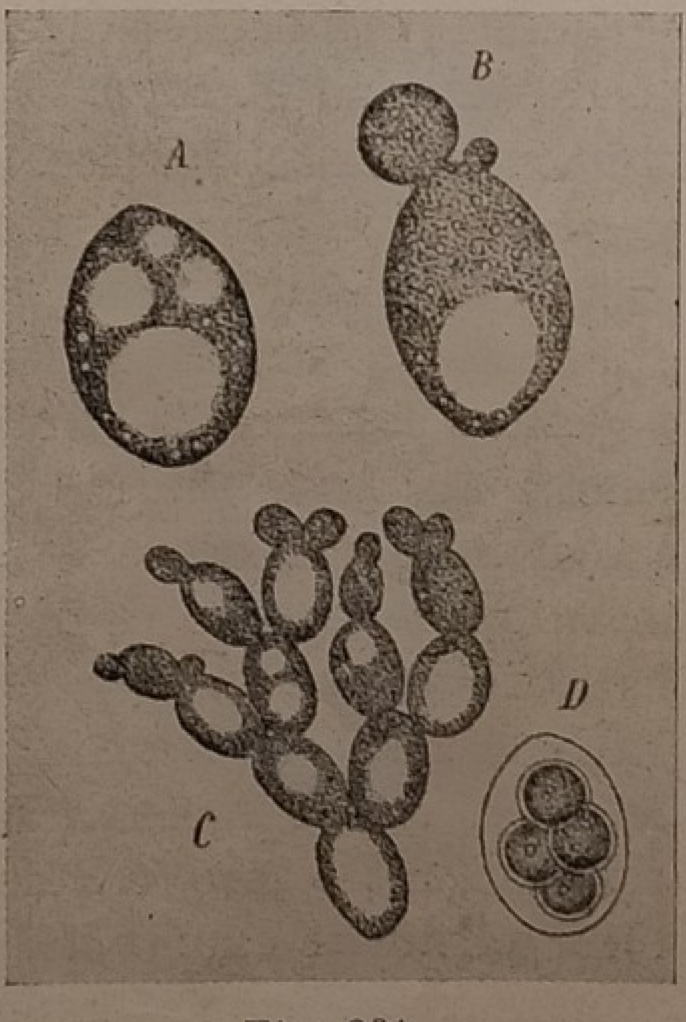


Fig. 231.

A) cellula del lievito di birra - *B*) cellula in gemmazione - *C*) cellule prodottesi per gemmazione - *D*) spore incapsulate.

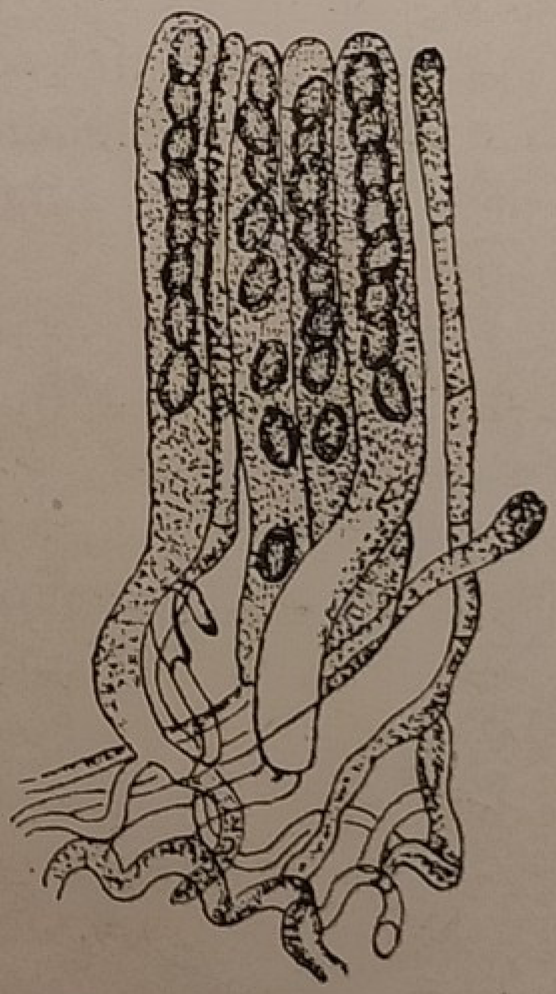


Fig. 232 – Riproduzione per endogenia o sporogonia; spore (ascospore) formatesi entro gli aschi del fungo *Morchella esculenta* (grand. 300 volte).

Riproduzione agamica diretta.

Divisione e scissione. – Questo processo (fig. 230) consiste in una strozzatura progressiva del nucleo della cellula fino alla separazione della sostanza nucleare in due parti, accompagnata dalla separazione del citoplasma e quindi dalla divisione dell'unica cellula in due cellule figlie.

Gemmazione. – La cellula madre emette una protuberanza, come una specie di *gemma*, nella quale emigra una parte della sostanza nucleare. Si forma quindi un setto divisorio fra la nuova cellula così formata e la cellula madre che rimane per tal modo separata dall'altra (es. alcuni Funghi, come il fermento del vino e della birra) (fig. 231).

Endogenia o sporogonia. – Il nucleo unico di una cellula può dividersi ripetutamente e formare un certo numero di nuclei figli, attorno ai quali si raccoglie una certa quantità di citoplasma. Ognuna di queste porzioni di citoplasma, col relativo nucleo, forma altrettante cellule con membrana propria (*spore*); queste vengono lasciate libere col rompersi o lo sciogliersi delle membrana della cellula madre (fig. 232).

Divisione indiretta o per cariocinesi (fig. 233). – Ordinariamente è questo il modo di riproduzione delle cellule, che è uguale, nelle sue linee principali, tanto nelle piante come negli animali superiori. Infatti esso si compie attraverso le medesime successive fasi che ora descriveremo.

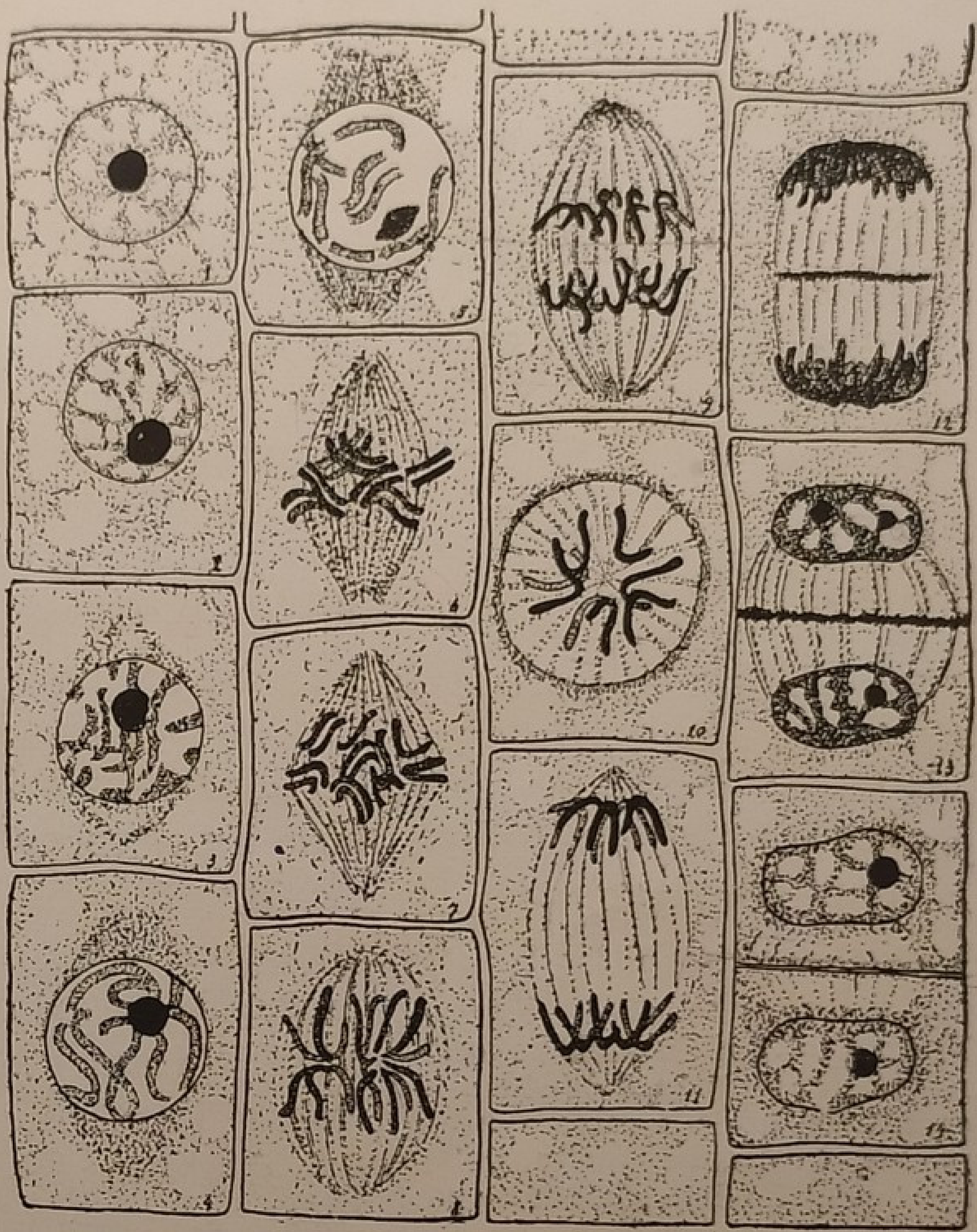


Fig. 233 – Schema delle fasi di divisione del nucleo per cariocinesi equazionale (da *Gola*, *Negri*, *Cappelletti*, Tratt. Bot.).

1, 2, 3, 4) spirema - 5) formazione dei cromosomi - 6, 7, 8) sdoppiamento dei cromosomi - 9, 10, 11) migrazione dei cromosomi ai poli opposti del fuso cariocinetico - 12, 13) dispirema - 14) divisione definitiva dei nuclei e della cellula.

La sostanza componente il nucleo (cromatina) assume da prima l'aspetto di un filamento avvolto su sè stesso, in modo da formare come una specie di gomitolo (fase di *spirema*); in seguito il filamento si spezza in tante parti (*cromosomi*) che assumono forma e individualità proprie e si dispongono al centro del nucleo, il quale è andato assumendo l'aspetto e la figura di un fuso (*fuso cariocinetico*). Si forma così nel piano equatoriale del fuso una figura di stella (*aster*). In seguito ciascun cromosoma si divide longitudinalmente in due, e in tal modo il loro numero si raddoppia. Avviene quindi la separazione dei cromosomi, in maniera che una metà di essi si porta a

un polo, e l'altra metà al polo opposto del fuso cariocinetico (*diaster*). Finalmente, giunti al polo rispettivo, i cromosomi si serrano gli uni contro gli altri, si riuniscono a formare il filamento unico (*dispirema*), e si hanno così due nuclei figli, ciascuno dei quali si circonda di citoplasma; si forma una nuova membrana e la cellula tutta rimane divisa nelle due cellule figlie.

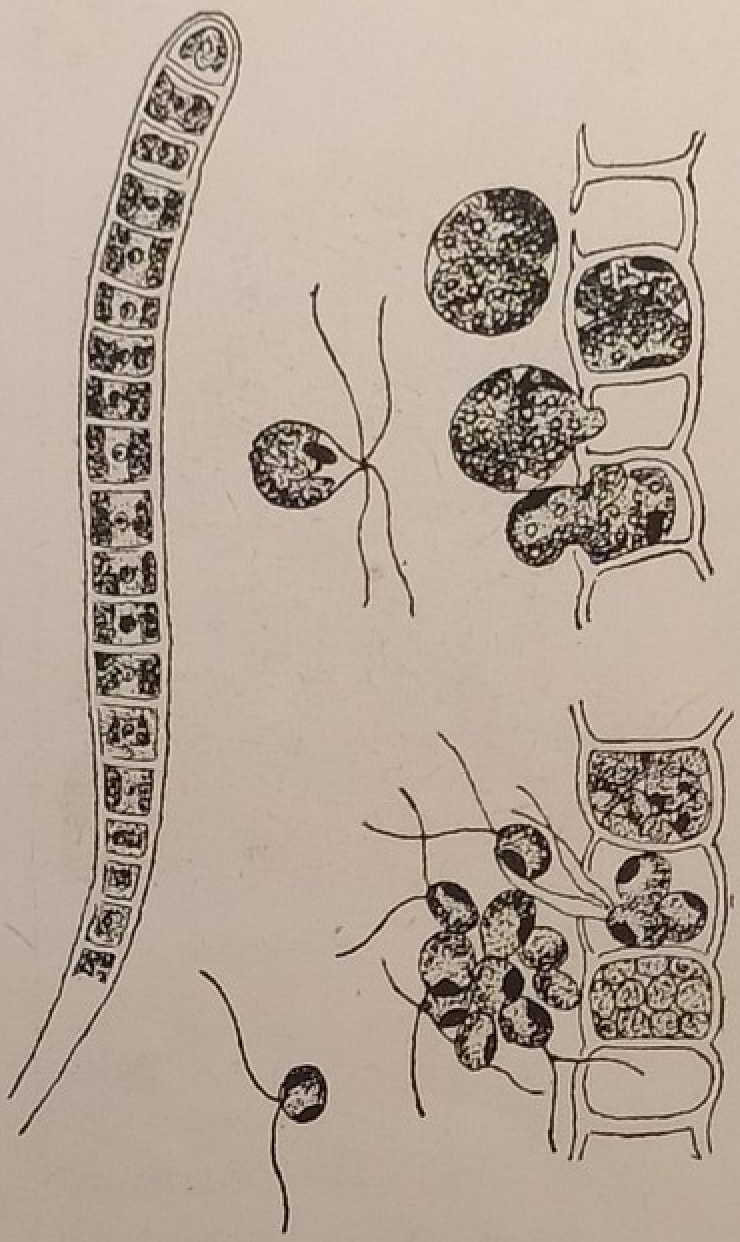


Fig. 234 – Alga *Ulothrix zonata*. A sinistra: Tallo dell'alga; a destra in alto: zoospore agamiche; in basso: uscita delle zoospore bicigliate destinate ad unirsi fra loro.

L'eguale ripartizione della sostanza cromatinica nelle cellule figlie è un fenomeno di grande importanza, giacchè i cromosomi, come oggi si ritiene generalmente, sono i portatori dei caratteri ereditari, e questi vengono a essere distribuiti egualmente nelle cellule figlie, in conseguenza del processo riproduttivo sopra detto. Il numero dei cromosomi è infatti in generale determinato e sempre costante per ciascuna specie di pianta (o di animale). Nel Giglio, ad esempio, è di 24 (nelle cellule *somatiche* o del corpo).

Riproduzione sessuata per isogamia. – Questo processo consiste nella unione del contenuto protoplasmatico di due cellule, le quali, almeno morfologicamente, non differiscono l'una dall'altra. Nella fig. 234 le spore bicigliate (*zoospore*), che si sono formate entro il filamento dell'Alga, alla loro uscita si fondono insieme due a due (*isogamia*). Nell'Alga *Spirogyra* il processo prende piuttosto il nome di *coniugazione* (fig. 235). Le cellule di due filamenti avvicinati fondono insieme il loro contenuto protoplasmatico in seguito al passaggio dell'uno, attraverso un ponte di comunicazione, nel protoplasma della cellula corrispondente. Si forma così una cellula unica o *zigospora*.

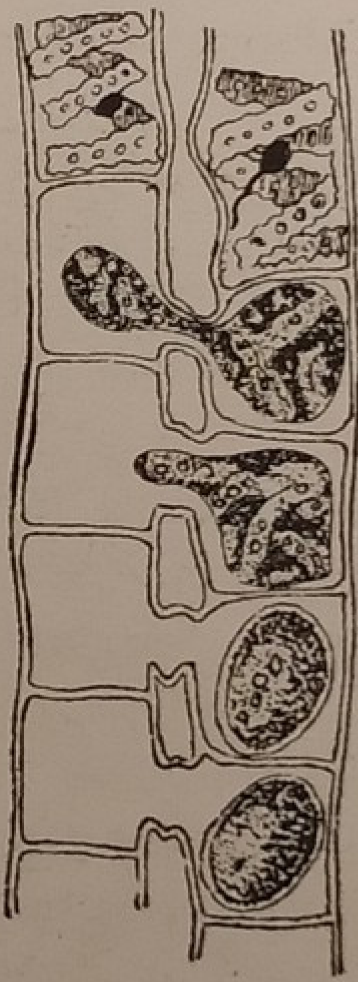


Fig. 235 – Alga *Spirogyra*. Riprod. per coniugazione. Fasi successive che portano alla formazione della zigospora.

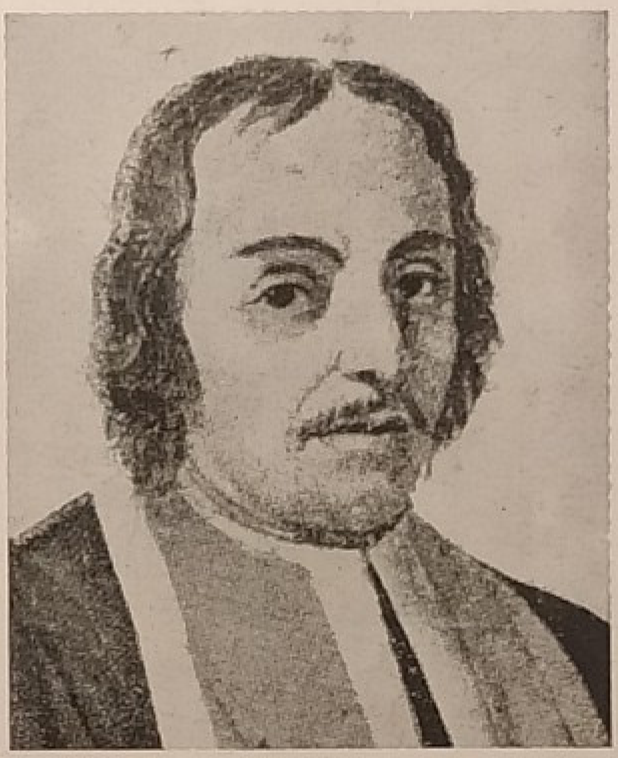
Riproduzione sessuata. – A differenza della riproduzione descritta in precedenza, le due cellule (*gameti*) sono di due specie: maschile (*anterozoo*) e femminile (*cellula uovo*); la loro fusione dicesi fecondazione.

MARCELLO MALPIGHI

Marcello Malpighi nacque il 10 marzo 1628 nella Villa di Ronchi presso Crevalcore (Bologna), e morì a Roma il 30 novembre 1694.

Laureatosi nel 1653 a Bologna, insegnò in questa Università appena ventottenne. Passò poi a Pisa e quindi di nuovo a Bologna, per ritornarvi ancora un'ultima volta dopo il suo trasferimento a Messina.

I principî scientifici, i metodi di indagine e l'esattezza del ragionamento matematico di questo audace sprezzatore delle forme scolastiche, e indefesso seguace del metodo galileiano dell'osservazione e dell'esperimento, non lo fecero mai deviare da questa via che porta infallibilmente alla scoperta di nuove verità e al progresso delle scienze mediche e naturali.



MARCELLO MALPIGHI.

Biologo nel vero senso della parola, MARCELLO MALPIGHI fu un ricercatore indipendente geniale e naturalista nel significato moderno della parola. A buon diritto può essere chiamato il creatore dell'anatomia microscopica; giacchè per il primo applicò il microscopio allo studio sistematico e comparato dei diversi tessuti animali e vegetali, ricercandone la struttura e i singoli processi biologici. Egli con l'osservazione dei capillari chiude l'anello della scoperta della circolazione sanguigna; getta le fondamenta della fisiologia e della patologia moderne, e dà il primo impulso allo studio della fibrina del sangue con l'esame della *contextura fibrosa* del coagulo cardiaco, allora ritenuto un polipo. Vide le emazie che chiamò *atomi rossi*; aprì il campo alle moderne ricerche fisiologiche sulla digestione, sulla nutrizione e sulle secrezioni ghiandolari, facendo ricerche sull'anatomia fine delle papille della lingua, delle ghiandole, dei polmoni, della cute, della milza, dei reni e delle mucose. Con lo studio della patologia delle specie vegetali diede un impulso indiretto allo studio della patologia umana e animale. MALPIGHI può essere considerato anche padre della embriologia con il suo studio *De ovo incubato et de formatione pulli in ovo*. Egli osserva e descrive nell'embrione del pollo gli archi aortici, il ripiegamento cefalico, la formazione e l'accrescersi del sistema nervoso centrale, le vescicole ottiche e cerebrali. Il suo nome resta anche legato al corpo mucoso della pelle, ai glomeruli del rene e ai corpuscoli della milza.

I suoi manoscritti si conservano in 16 volumi nella Biblioteca Universitaria di Bologna.

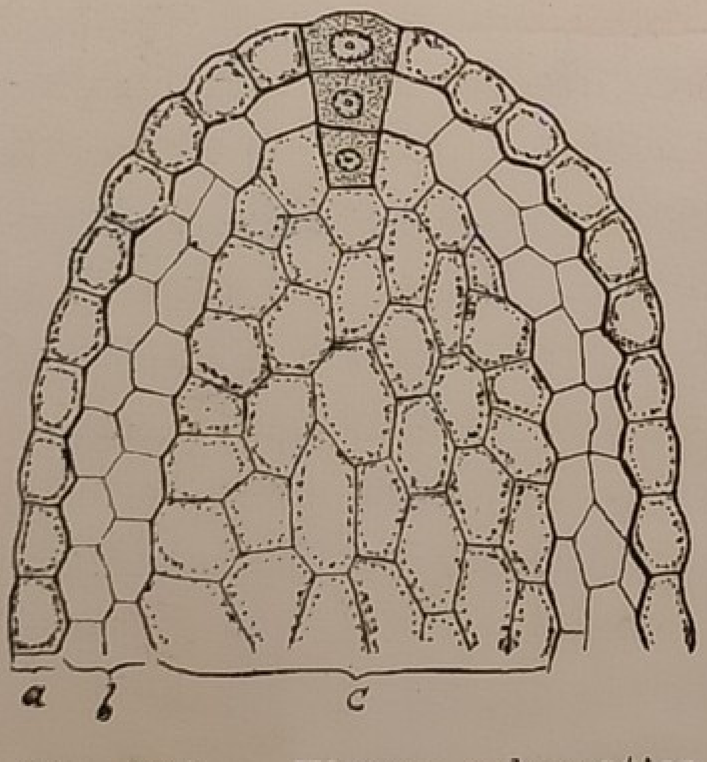


Fig. 236 – Figura schematica d'una sez. longitudin. dell'apice vegetativo di una Dicotiledone.
a) dermatogeno - b) periblema - c) pleroma.

I TESSUTI VEGETALI

Nelle piante pluricellulari, come abbiamo già visto avvenire per gli animali pluricellulari, col complicarsi della organizzazione si stabilisce anche una suddivisione del lavoro, in modo che mentre alcuni gruppi di cellule provvedono alle funzioni di nutrizione, altri provvedono al sostegno, altri alla protezione e alla difesa dell'intero organismo, altri alla conduzione dei liquidi e alla loro circolazione. Questi *aggruppamenti di cellule simili*, in generale, *fra loro*, *per forma* e *per funzione* si chiamano *tessuti*.

Si distinguono quindi nelle piante diverse specie di tessuti.

Tessuti embrionali e tessuti adulti o definitivi. – Dalla cellula uovo fecondata si originano per divisione successiva molte altre cellule con pareti

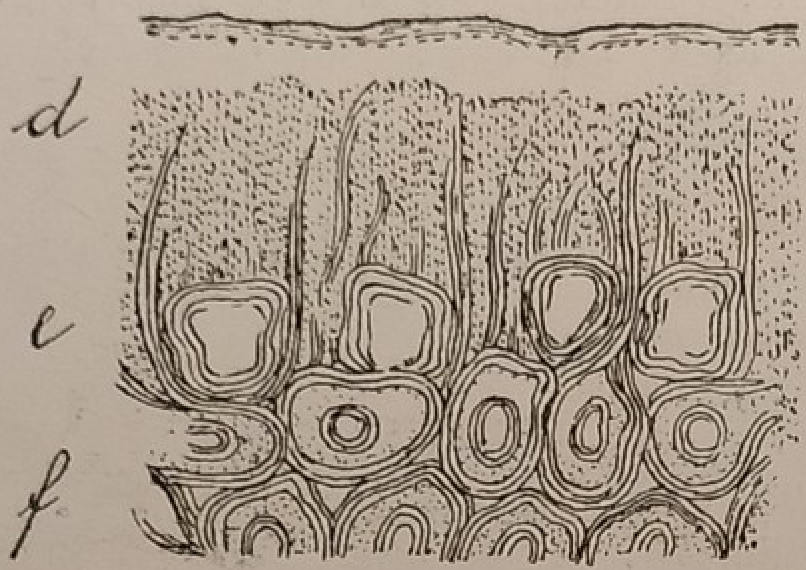


Fig. 237 – Sezione trasversale della foglia di *Dasylirion*.

d) cuticola molto ispessita delle cellule dell'epidermide - *e*, *f*) ipoderma fibroso.

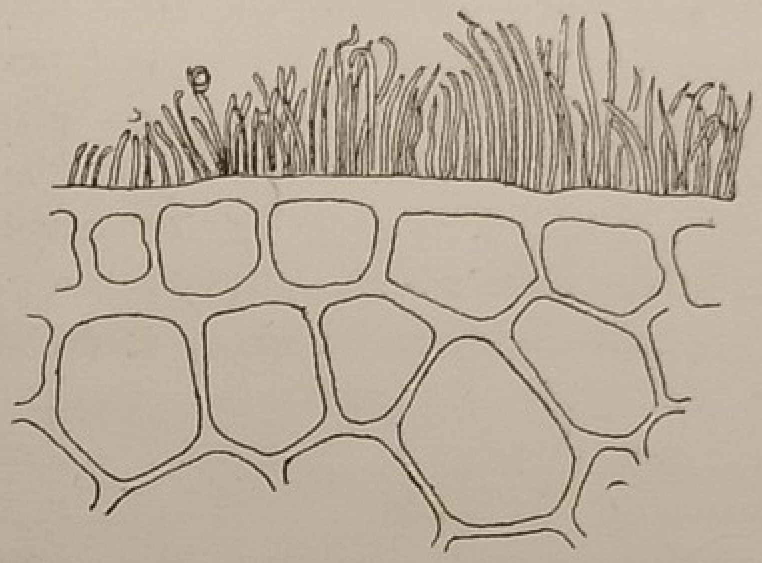


Fig. 238 – Bastoncelli di cera sull'epidermide del fusto della Canna da zucchero (da *Catalano*).

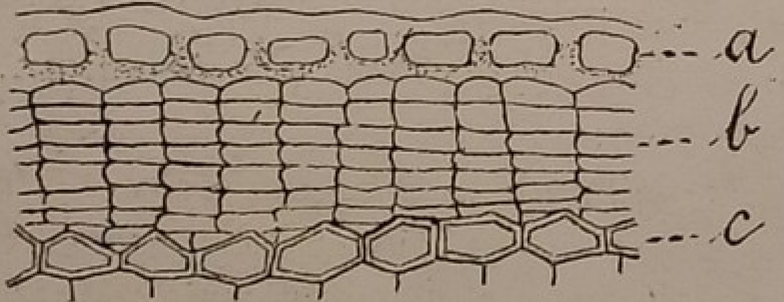


Fig. 239 – Parte esterna di un ramo di *Prunus*.

a) epidermide - *b*) sughero sotto l'epidermide - *c*) parenchima.

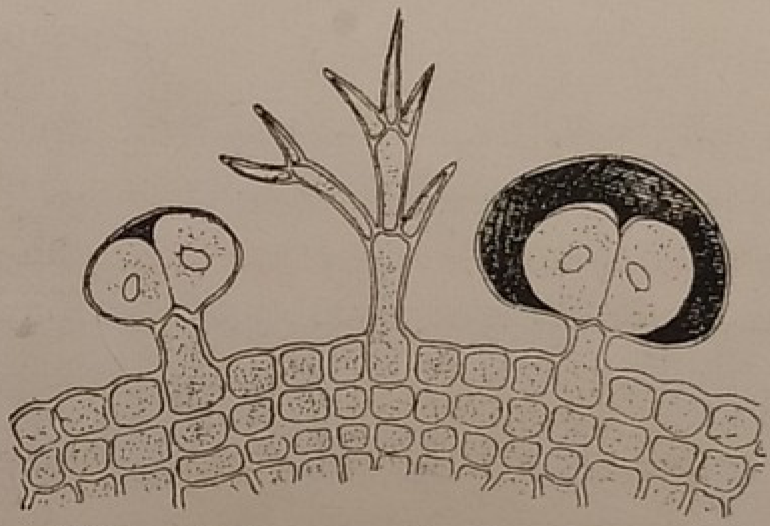


Fig. 240 – Pelo ramificato e pelo ghiandoloso di *Lavandula spica*.

sottili e plasma abbondante, che formano da principio da sole tutto l'embrione, e costituiscono quindi un tessuto embrionale cui si dà il nome di *meristema*. È da questo tessuto che si originano poi i tessuti definitivi che troveremo a costituire il corpo della pianta adulta. Nella pianta si distinguono però i *meristemi iniziali* e i *meristemi secondari*. I primi provengono, come si è detto, dalla divisione della cellula uovo e formano da principio da soli tutto l'embrione; ma poi più tardi essi si localizzano specialmente negli apici dei fusti, dei rami, delle radici, e quivi, proliferando, generano nuovi organi per cui le radici si accrescono, i fusti si sviluppano formando nuovi rami, nuove foglie, nuovi fiori. Si osservi (fig. 236) il meristema vegetativo del caule di una pianta di organizzazione superiore distinto in tre strati:

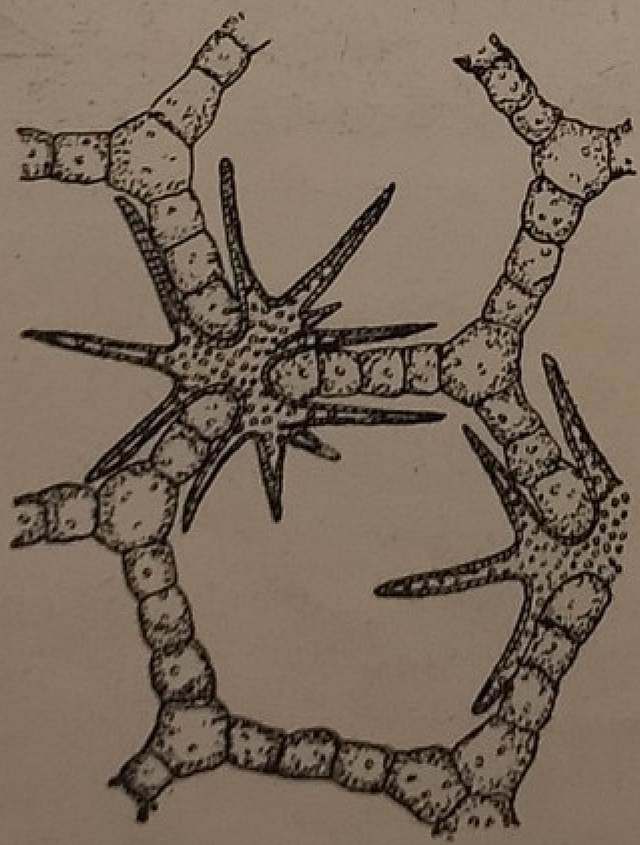


Fig. 241 – Pelo stellato di *Nuphar Luteum* (da *Belzung*).

dermatogeno, *periblema*, *pleroma*. Questi tre strati generano, sviluppandosi, i tessuti seguenti: il dermatogeno dà origine all'epidermide o tessuto di rivestimento; il periblema dà origine ai tessuti che caratterizzano la corteccia (in senso lato); il pleroma dà origine al così detto *cilindro centrale*, ossia alla parte più interna del fusto contenente i vasi conduttori, come si vedrà meglio in seguito. I meristemi secondari si trovano nella pianta adulta o sotto la corteccia (*fellogeno*) o più profondamente nel tronco (*cambio* o *zona generatrice*) e provengono o dai residui dei meristemi iniziali divenuti inattivi e che riprendono la loro attività, o da un ritorno allo stato meristematico delle cellule adulte. Sono quindi di origine *secondaria* e producono l'ingrossamento dei tronchi (*cambio*) o la formazione della scorza (*fellogeno*). Anch'essi sono formati da cellule in generale piccole e a membrana sottile, ma ricche di protoplasma e che si riproducono con grande rapidità e facilità.

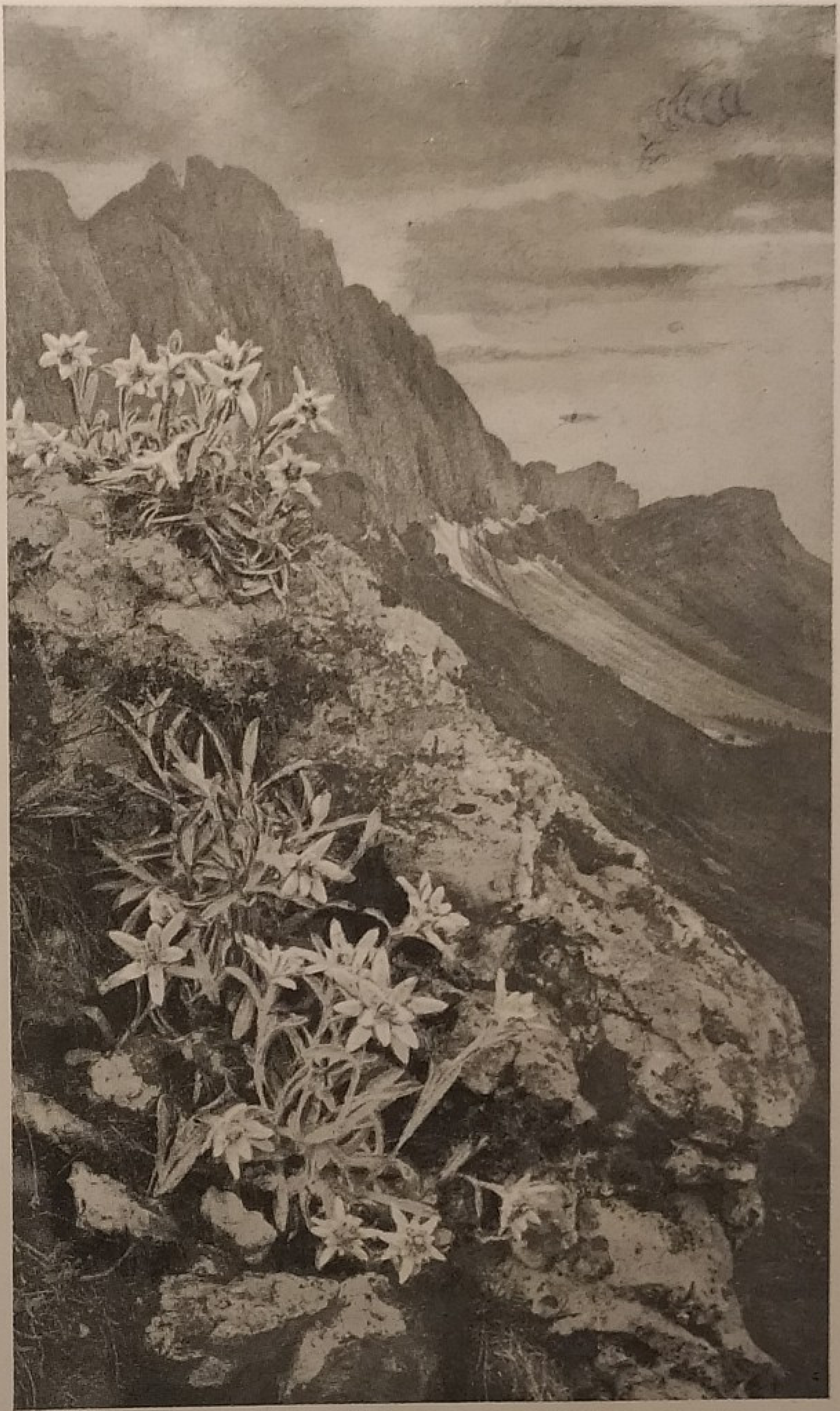


Fig. 242 – L'Edelweiss, il fiore delle Alpi (*Gnaphalium Leontopodium*).

Tessuti adulti o definitivi. – Come nella costituzione del corpo degli animali si distinguono dei tessuti protettivi (*epiteliale*), *connettivi e di sostegno*, dei *vasi conduttori* di liquidi circolanti (*sangue* e *linfa*) e organi diversi provenienti dalla trasformazione dei tessuti stessi (*peli*, *ghiandole*, ecc.), così anche nelle piante possiamo distinguere diverse specie di tessuti con analoghe funzioni. Naturalmente però si tratta di una analogia che va intesa in senso relativo, giacchè se le funzioni con cui si esplica la vita sono fondamentalmente identiche in tutti gli esseri viventi (nutrizione, respirazione,

sensibilità e movimento, riproduzione), la pianta per compiere queste funzioni possiede una organizzazione sua propria e con caratteri propri. I principali tessuti che compongono il corpo di una pianta adulta e di organizzazione superiore possono essere così classificati: *tessuto tegumentale* (di difesa); *tessuti di sostegno* o *meccanici* o *di resistenza* (*tessuto collenchimatico*, *sclerenchimatico*) ; *tessuto conduttore* o *vascolare* ; *tessuto fondamentale*.

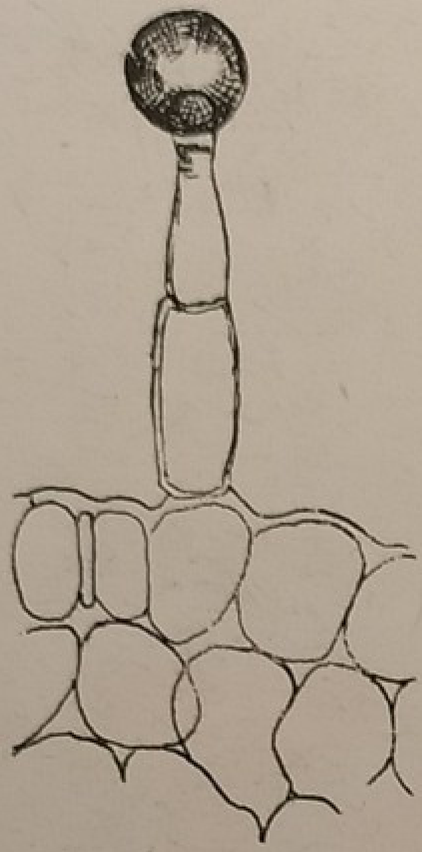


Fig. 243 - Pelo ghiandoloso del picciuolo di *Primula sinensis*.

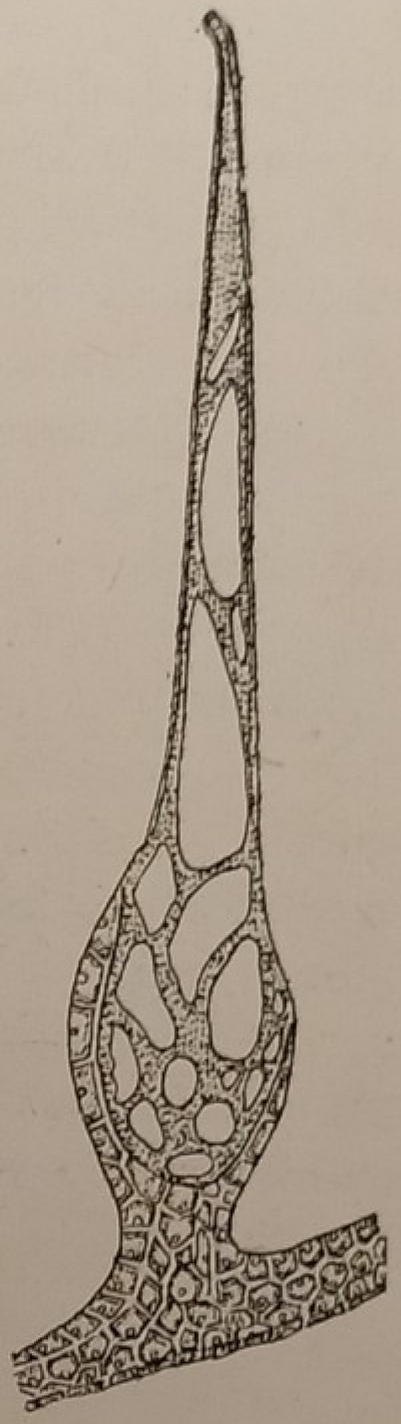


Fig. 244 - Pelo orticante di Ortica.

Tessuto tegumentale. - È il tessuto più esterno della pianta, quello che serve a proteggere gli altri tessuti e a formare intorno ad essi un rivestimento che, oltre ad avere azione di difesa, è destinato a compiere anche altre funzioni importanti per la vita dell'organismo. Se noi esaminiamo al microscopio una porzione di questo tessuto, ad es. togliendolo da una foglia di una pianta, vediamo che esso è costituito in generale da un insieme di cellule appiattite e addossate le une alle altre. Il loro protoplasma è molto ridotto, mentre è grande il vacuolo centrale pieno di succo cellulare incoloro. Una cuticola o pellicola più o meno inspessita, e formata dalle membrane esterne delle cellule stesse, riveste le loro pareti esterne, le quali così diventano poco permeabili per l'acqua e per i gas, ciò che è di giovamento alla pianta.

In generale possiamo dire che questi sono i caratteri distintivi di un tessuto epidermico : mancanza di sostanza intercellulare, cellule addossate le une alle altre e scarse di protoplasma, quasi trasparenti, membrana esterna inspessita e protetta da una cuticola (fig. 237). Ma quale e quanta varietà nelle diverse piante e nelle diverse parti di una medesima pianta !

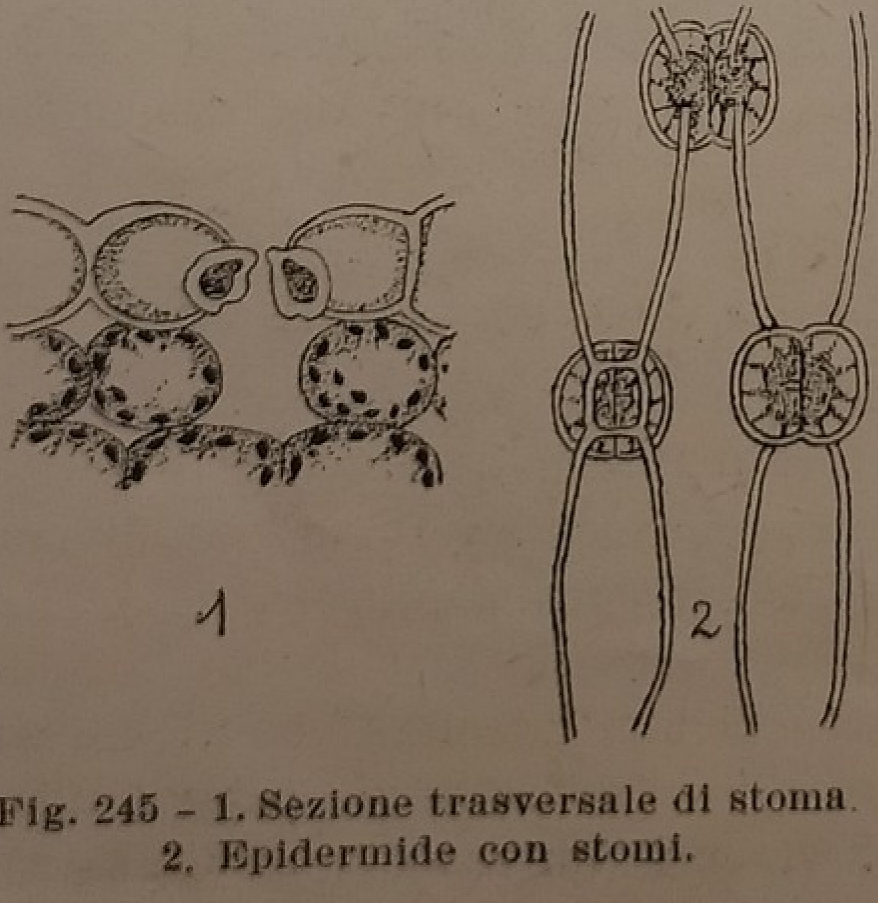


Fig. 245 - 1. Sezione trasversale di stoma
2. Epidermide con stomi.

Così la membrana esterna rimane sottile nel rivestimento dei petali dei fiori, degli stami, e di altri organi fugaci della pianta (prende allora il nome

di *epitelio*). Rimane pure sottile e manca di cuticola nelle parti della radice destinate all'assorbimento dell'acqua e dei sali disciolti (*epiblema*).

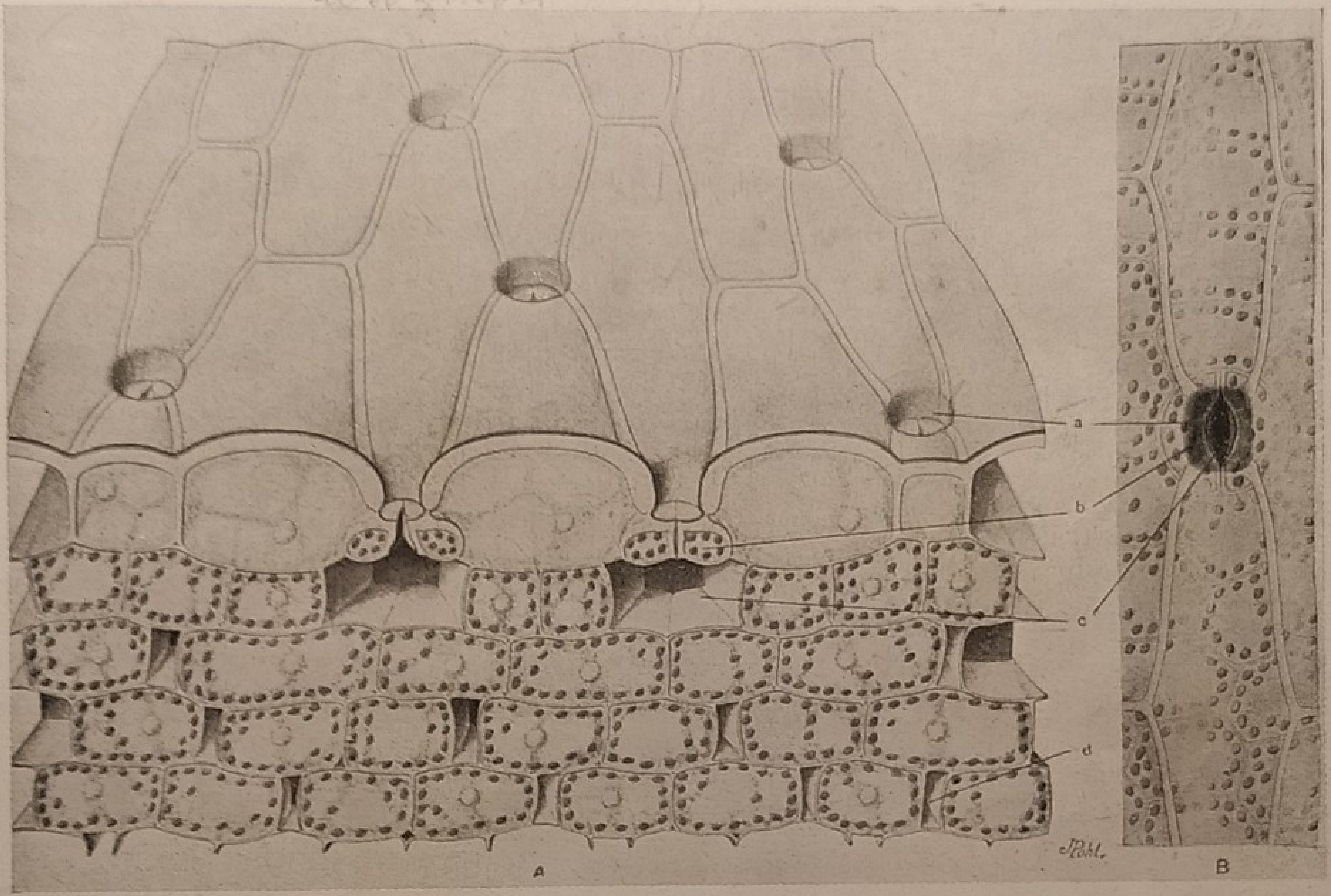


Fig. 246 – *A*) Foglia di Giaggiolo vista in superficie e in sezione. Si vedono bene gli stomi (*a*), le cellule stomatiche (*b*), le cavità aerifere (*c*) e gli spazi intercellulari (*d*); *B*) stoma ingrandito e visto di fronte (da *I. Pohl*).

Ma nelle piante terrestri ed aeree, dove è necessaria una forte difesa contro gli agenti esterni, la membrana, oltre alla *cutina*, si ricopre di rivestimenti di *cera* che facilita lo scorrimento dell'acqua piovana e la rende

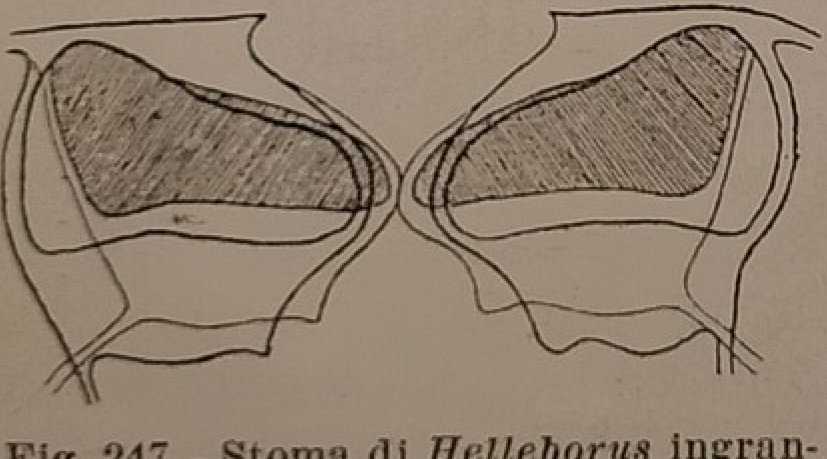


Fig. 247 – Stoma di *Helleborus* ingrandito. I contorni più scuri indicano la forma delle cellule in turgore (da *Catalano*).

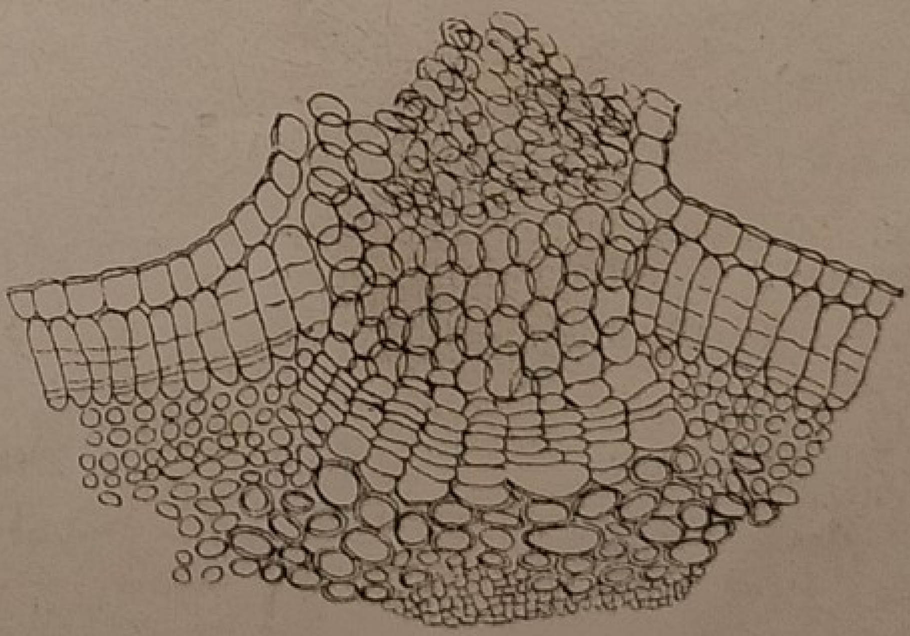


Fig. 248 – Lenticella di ramo di Sambuco.

ancor più impermeabile, come si ha, ad es., sulle foglie degli spinaci, dei cavoli, nei frutti delle susine (*pruina*) (fig. 238). Le foglie della Magnolia, dell'Alloro, lucide e rigide, hanno una *epidermide* fortemente cutinizzata.

In altre piante la membrana si *mineralizza* rivestendosi di incrostazioni silicee, come nell'epidermide del Grano.

Nelle piante perenni le cellule più esterne si *suberificano* addirittura e muoiono formando strati più o meno spessi (fig. 239); questi strati vanno da semplici pellicole sugherose, lisce e brune (es., la buccia della patata) a vere e proprie croste sugherose, esternamente rugose (Olmo, Quercia da sughero): e questo contribuisce non solo a diminuire la traspirazione, ma a difendere la pianta dall'ingresso di parassiti esterni e dall'eccessivo riscaldamento. Sui vecchi tronchi si formano poi masse di tessuti protettivi ancor più complicati: la così detta *scorza* (*ritidoma*).

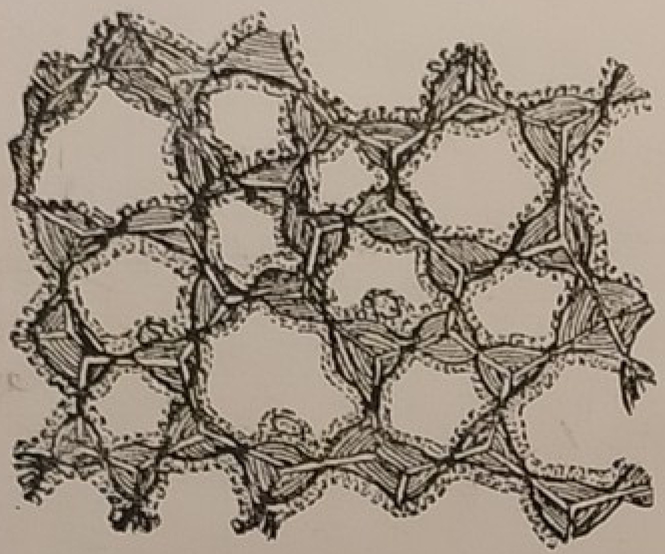


Fig. 249 – Tessuto collenchimatico. Sezione trasversa.

Ma le più notevoli trasformazioni si hanno nei *peli*, nelle *ghiandole*, negli *stomi*. I *peli* possono essere unicellulari o pluricellulari, semplici o ramificati (figg. 240, 241).

Le cellule dell'epidermide si assottigliano, si allungano, si fanno coniche o tubulose, assumono le più diverse strutture, e possono rimanere vive o morire (i peli bianchi unicellulari dei semi del Cotone sono pieni di aria), in relazione alle più svariate funzioni. Così, ad es., formano come una specie di feltro sulle foglie, proteggendo la pianta dall'eccessiva traspirazione (Edelweiss o Stella alpina) (fig. 242), o fanno da schermo contro la luce solare diretta (come nei rivestimenti delle gemme). Nelle radici essi assumono funzioni assorbenti. Vi sono peli *ghiandolari* (fig. 243) secernenti sostanze diverse.

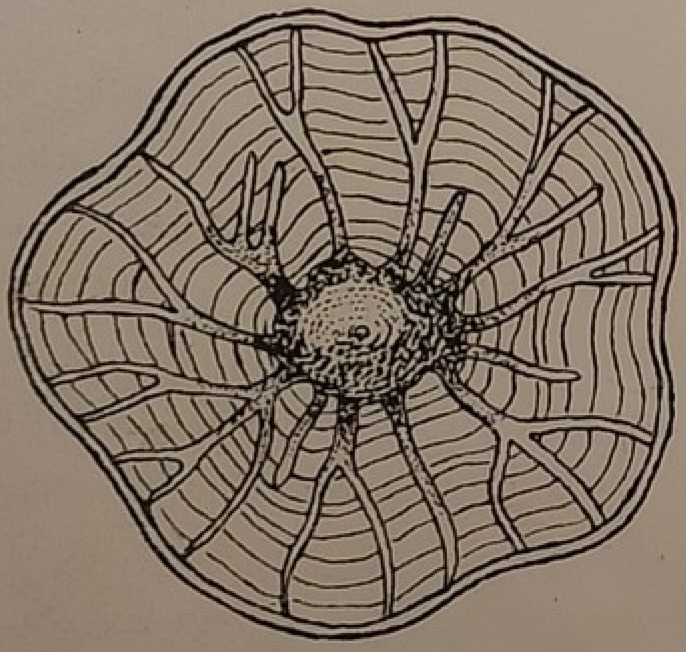


Fig. 250 – Cellula sclerenchimatica dell'endocarpo della noce (da *Belzung*).

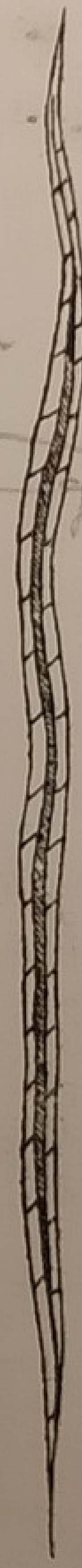


Fig. 251 – Fibra sclerenchimatica isolata.

Talora nell'epidermide si formano delle *emergenze*, come sono i noti *aculei* delle Rose e dei Rovi, che servono di aiuto a queste piante per arrampicarsi. Caratteristici sono poi i peli *orticanti* delle Ortiche (fig. 244). La cellula del pelo sostenuta alla base da altre cellule si allunga, si assottiglia e termina con una punta rigida e silicizzata. Internamente contiene una sostanza acre, velenosa che esce quando la punta si rompe al contatto con un corpo estraneo. Nella pelle produce una infiammazione accompagnata da bruciore. Certe Ortiche tropicali provocano spasmi che ricordano quelli del tetano e possono essere molto pericolose.

Gli stomi (figg. 245, 246, 247). – Un rivestimento continuo dell'epidermide, impedendo ogni comunicazione con l'esterno, sarebbe dannoso alla pianta, la quale ha invece necessità di prendere aria dall'esterno e restituire all'esterno gas e vapori.

A questi scambi gassosi provvedono gli *stomi*, che sono organi caratteristici formati da due cellule incurvate, semilunari (*cellula di chiusura*) e avvicinate fra loro con le estremità, in modo da lasciare in mezzo uno spazio o boccuccia (*stoma*) corrispondente all'apertura stomatica. Questi stomi si osservano numerosi nelle pagine inferiori delle foglie delle piante terrestri, ma ve ne sono alcuni anche nella pagina superiore. La bocca degli stomi immette in una cavità detta *camera aerifera*.

Fig. 252 – Sezione trasversa di fibre sclerenchimatiche.

Le due cellule di chiusura possono chiudere o tenere aperta la bocca dello stoma, variando il loro volume per effetto del *turgore*, ossia del loro contenuto acquoso. Se il turgore aumenta, i margini della bocca si allontanano fra loro e lo stoma rimane aperto; se il turgore diminuisce, i margini si avvicinano e lo stoma si chiude (fig. 247). L'apertura e la chiusura degli stomi è regolata dalla pianta stessa, e in rapporto alle variazioni delle condizioni esterne e delle necessità vitali di essa.

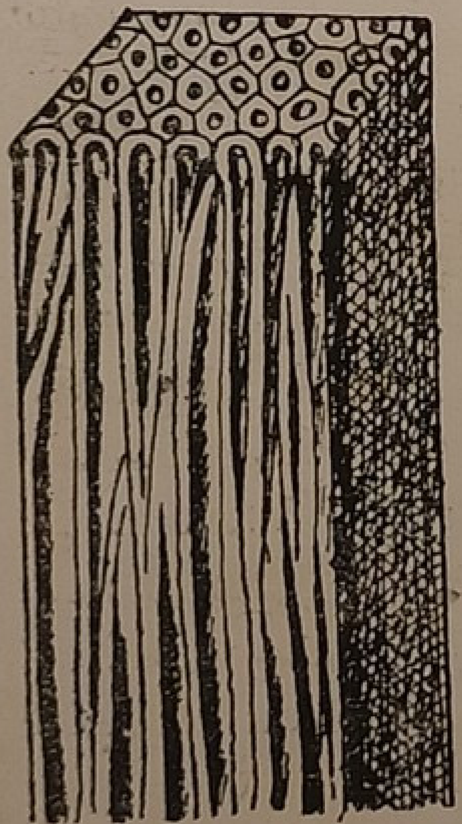


Fig. 253 – Fascio di fibre (gr. circa 150 v.).

Lenticelle. – Scambi gassosi possono pure avvenire nel fusto, dove si hanno spessi strati di sughero. Infatti nello spessore del sughero in alcuni punti le cellule rimangono discoste fra loro, e lasciano spazî così da permettere l'entrata o l'uscita dei gas (fig. 248).

Tessuti meccanici o di resistenza. – Alla pianta è necessaria una certa solidità e resistenza per poter crescere e svilupparsi e sostenere tutti gli altri tessuti ed organi più teneri e delicati che la compongono. Questa solidità però deve essere accompagnata anche da un alto grado di elasticità. Quando noi vediamo l'esile fusto del Frumento, ad es., altissimo rispetto alla base, piegarsi sotto alla violenza del vento fino a toccare con la sua cima la terra, e poi raddrizzarsi subito, al cessare della raffica che lo ha investito, mantenendosi sulla verticale, dobbiamo pensare che uno dei più difficili problemi di meccanica, quello di unire la rigidità alla elasticità massima in uno stesso corpo, è stato risolto dalla natura in modo mirabile e con i mezzi più semplici ed economici. Infatti sono le fibre del fusto che alla rigidità uniscono la elasticità voluta.

Le parti della pianta che sono in via di accrescimento devono la loro solidità soltanto all'acqua e ai succhi cellulari che urgono contro la membrana delle cellule componenti i tessuti, e se quest'acqua vien meno la pianta

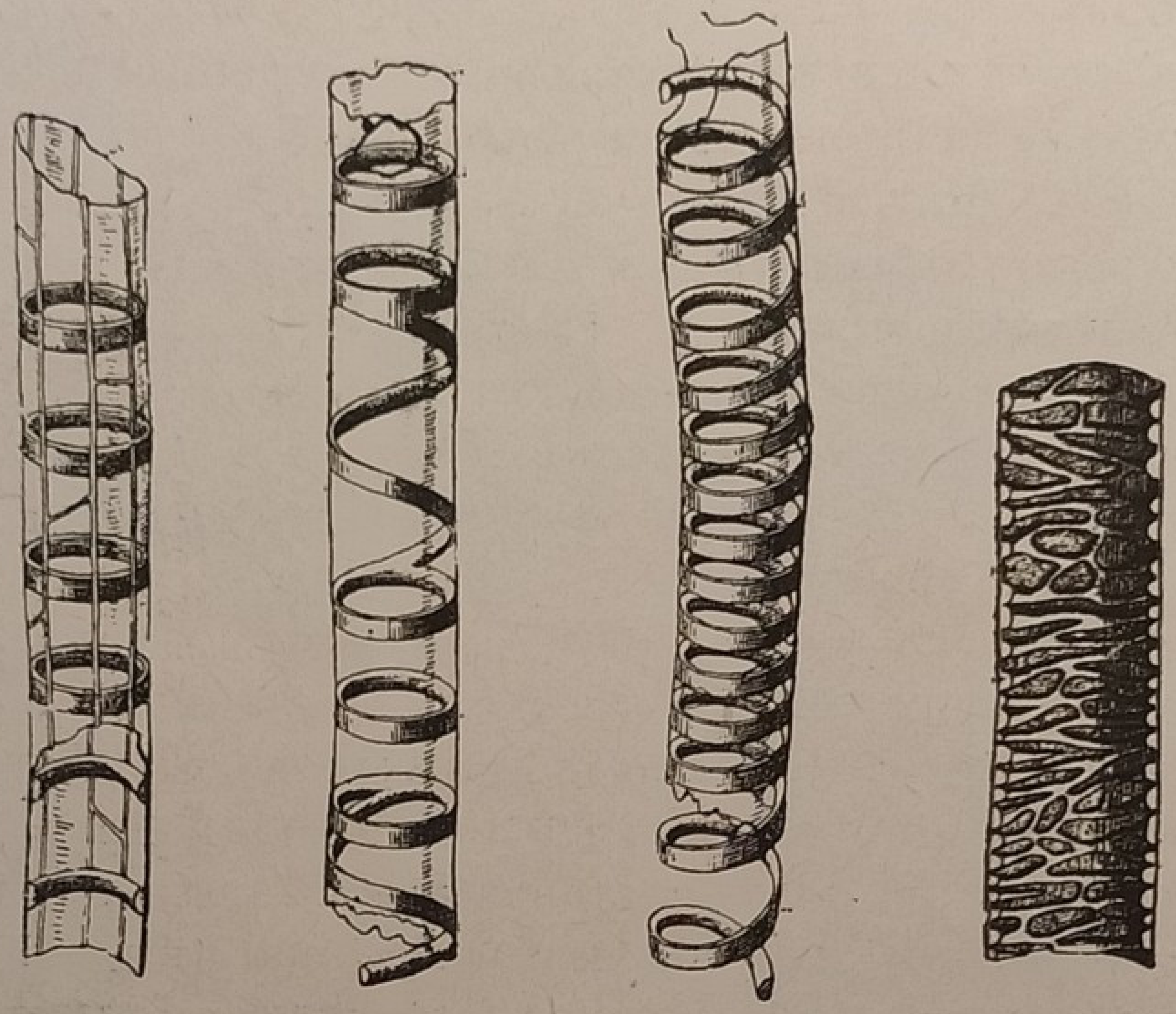


Fig. 254 – Diversi tipi di vasi: A) vaso anulato - B) vaso anulato-spiralato - C) vaso spiralato - D) vaso reticolato.

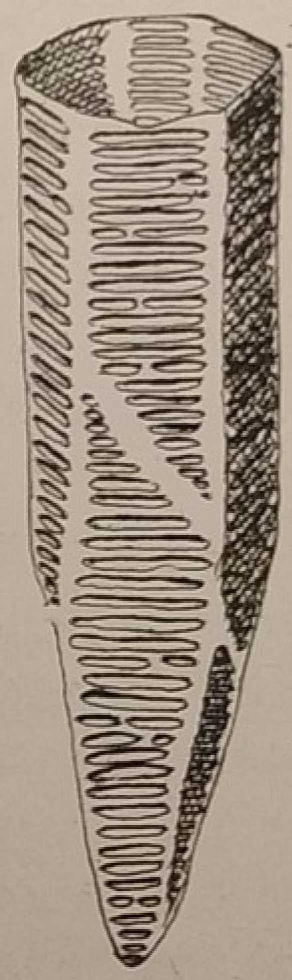


Fig. 255 – Frammento di vaso scalariforme.

presto si affloscia, appassisce e muore; ma quando la pianta è sviluppata, sono necessari speciali tessuti meccanici che rendano i diversi organi più o meno resistenti a seconda dello sforzo a cui sono soggetti e delle particolari funzioni a cui sono chiamati. Questi tessuti sono: il *collenchimatico* e lo *sclerenchimatico*. Il primo si può in un certo senso paragonare al tessuto cartilagineo e il secondo al tessuto osseo degli animali.

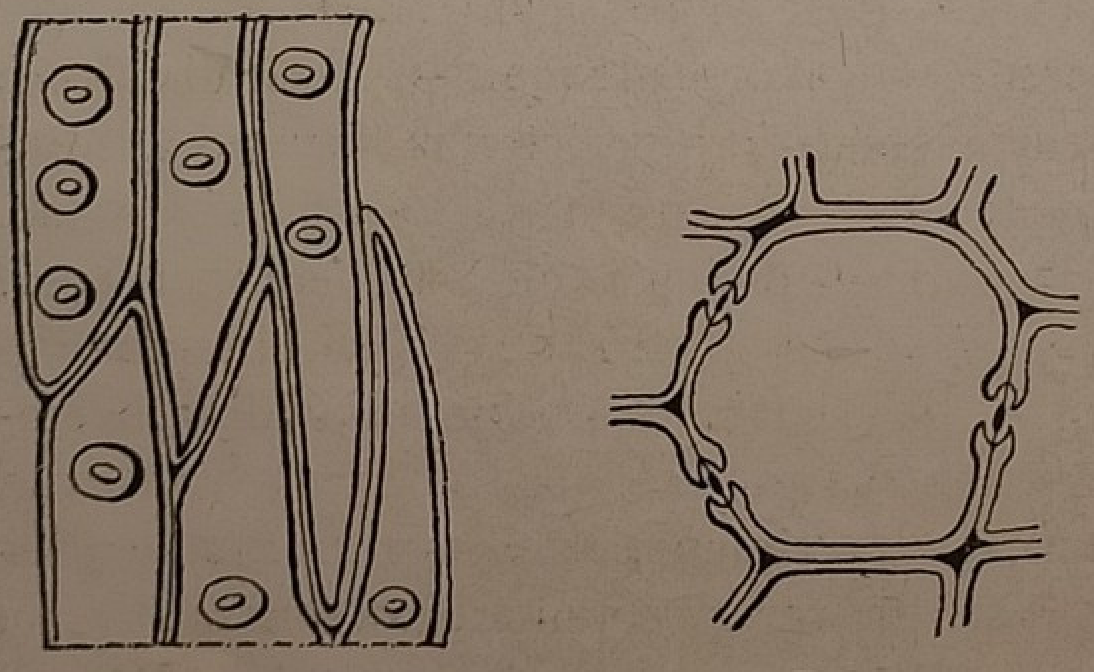


Fig. 256 – A) sezione longitudinale di tracheidi di Pino, con punteggiature areolate - B) le stesse in sezione trasversa.

COLLENCHIMA. – Questo tessuto è formato da cellule vive, ma con la membrana inegualmente inspessita e cioè più inspessita agli angoli (fig. 249). Queste cellule hanno forma allungata prismatica e formano degli aggruppamenti disposti lungo quelle parti della pianta nella quale occorre riunire alla solidità soprattutto una grande elasticità, per es. nei

picciuoli delle foglie, negli angoli del fusto quadrangolare della Salvia e di altre Labiate, ecc.

Sclerenchima (da *scleros* = duro). – Questo tessuto è formato da *cellule sclerenchimatiche* e da *fibre sclerenchimatiche*. Le *cellule sclerenchimatiche* hanno la membrana fortemente inspessita e lignificata, e a completo sviluppo, sono cellule morte (fig. 250). Ma fino a tanto che il tessuto non ha raggiunto il grado di durezza voluto, la membrana è attraversata da sottili canaletti che mettono in comunicazione il protoplasma di una cellula col protoplasma di quelle vicine. Queste cellule ora si trovano isolate, ora raccolte in noduli (come nella polpa delle pere), ora riunite a formare, ad es., i gusci delle noci, i noccioli delle pesche e delle susine.

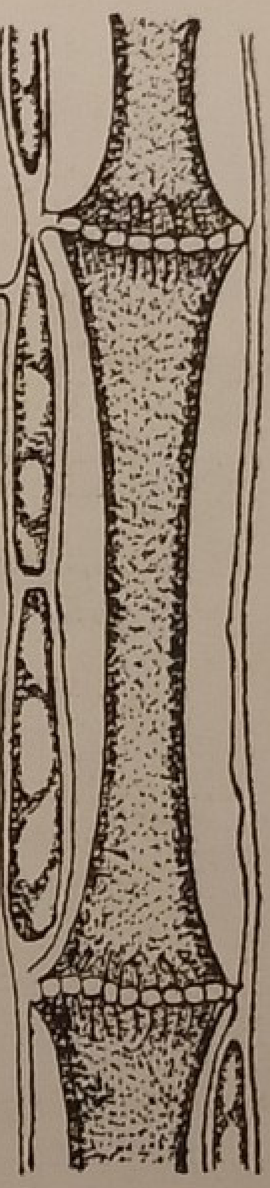


Fig. 257. Vaso cribroso con cellule annesse.

Le fibre sono cellule allungate affusate e a sezione trasversa poligonale (figg. 251, 252). Generalmente queste fibre sono riunite fra loro in modo da formare dei fasci, dei nastri, degli anelli, delle guaine (fig. 253). Si distinguono due specie di fibre: le *fibre legnose*, che hanno la membrana completamente lignificata e sono proprie del *legno*, e le *fibre liberiane* a membrana cellulosica o parzialmente lignificata, ma nello stesso tempo tenaci e flessibili quanto mai. Tali sono, ad es., le fibre tessili che si ricavano dal fusto del Lino, della Canapa, mettendo queste piante a macerare nell'acqua, dove, per opera di un bacillo (il *Bacillus amylobacter*) avviene la fermentazione e si scioglie la sostanza che faceva da cemento alle fibre riunite in cordoni allungati lungo il fusto della pianta.

Fig. 258. Il crivello chiuso durante l'inverno.

Tessuti vascolari. – Come negli animali il sangue e la linfa scorrono entro canali (arterie, vene, vasi linfatici) così nelle piante la linfa scorre entro *vasi conduttori* che si distinguono in *vasi legnosi* e *vasi librosi*. Lungo i primi sale l'acqua coi sali disciolti che la pianta ha assorbito dal terreno per mezzo della radice (*linfa ascendente*); per i secondi passa la *linfa discendente*, ricca di sostanze nutritizie, che dalle foglie, dove è stata elaborata, viene portata via e distribuita ai diversi organi, tessuti e cellule della pianta.

I vasi legnosi e librosi si formano per la sovrapposizione di cellule di forma allungata e conseguente comunicazione fra cellula e cellula; la quale comunicazione può stabilirsi per scioglimento completo della membrana divisoria (*vasi legnosi*) o parziale (*vasi librosi*). Nell'un caso e nell'altro si forma un condotto, un canale, attraverso il quale passa la linfa. Nel caso dei vasi legnosi le cellule sono morte e la loro membrana si è fortemente inspessita e lignificata allorchè il vaso ha raggiunto la sua struttura definitiva; mentre nei vasi librosi le

cellule sono vive e contengono alquanto protoplasma e le membrane delle cellule non sono lignificate. L'inspessimento dei vasi legnosi si è per lo più limitato a striscie, ma talvolta interessa la maggior parte della membrana e allora rimangono delle parti non inspessite e piccolissime (*punteggiature*).

Fig. 259 – Vaso legnoso ostruito dalle cellule annesse (*tillo*) (sezione trasversa).

I vasi legnosi sono più propriamente chiamati *trachee* per distinguerli dalle così dette *tracheidi*, che sono cellule singole allungate e comunicanti fra loro per mezzo di *punteggiature*, ossia di parti piccolissime e sottili della membrana divisoria di forma circolare od ellittica. Queste tracheidi, oltre alla funzione di conduzione, hanno pure quella di una certa resistenza, come per es. nei Pini, Abeti e altre Conifere. Tanto le tracheidi che le trachee presentano una caratteristica scultura esterna dovuta all'ineguale inspessimento delle membrane delle cellule. Infatti si distinguono dei vasi *anulati*, *spiralati*, *reticolati*, *scalariformi*, *areolati* (figg. 254, 255, 256).

Sono detti *scalariformi* quei vasi nei quali le punteggiature sono ellittiche, allungate e poste in direzione trasversale le une sopra le altre, in serie, come i gradini di una scala. In corrispondenza quindi delle parti assottigliate si stabilisce una comunicazione fra i vasi contigui.

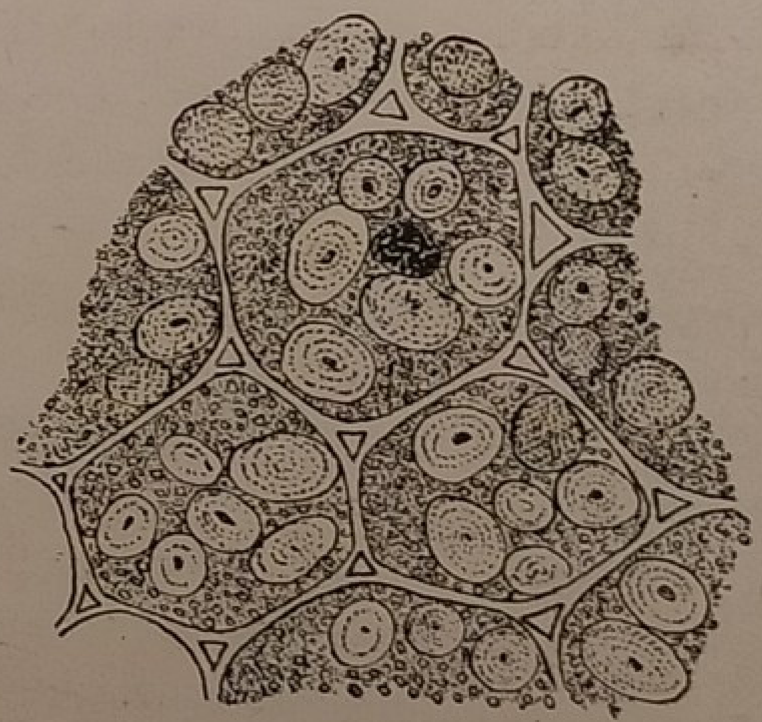


Fig. 260 – Cellule dei cotiledoni di Pisello con granuli di amido e di aleurone (sostanze di riserva) (da *Strassburger*).

Caratteristiche sono le così dette *punteggiature areolate*. Viste di fronte esse appaiono costituite come da due cerchi concentrici, uno più piccolo al centro, più chiaro, e uno più grande alla periferia, più scuro. Fra l'uno e l'altro la membrana è incurvata a cupola. Il cerchio più piccolo corrisponde allo sbocco della punteggiatura nella cavità della cellula. Se ora un'altra punteggiatura simile di un altro vaso acquifero combacia con la prima, fra le due rimane una porzione della lamella divisoria separante cellula da cellula (fig. 256 [B]), porzione che si inspessisce nel mezzo (il così detto *toro*) e che, incurvandosi verso destra o verso sinistra chiude come una valvola il cerchio più piccolo, ossia lo sbocco del canale che porta nella cavità cellulare; in questo modo viene interrotto lo scambio dell'acqua da una cellula all'altra e quindi da un vaso all'altro, senza che per questo la cellula perda nulla della sua rigidezza. Se la lamella me-

diana non si incurva, il liquido passa attraverso la parte sottile di essa. Tali punteggiature si osservano nelle Conifere e in alcune Fanerogame.

I vasi librosi non hanno parete lignificata e vengono anche detti *cribrosi* perchè la membrana che separa una cellula dall'altra posta immediatamente sopra o sotto, lungo il canale è forata e fa come una specie di crivello (*placca cribrosa*), attraverso i fori del quale passano le sostanze componenti la linfa discendente (fig. 257). Queste placche cribrose si chiudono però al sopravvenire della cattiva stagione, interrompendo così la circolazione; e la chiusura si forma per la deposizione di una sostanza solida che chiude i fori (il cosidetto *callo*, fig. 258).

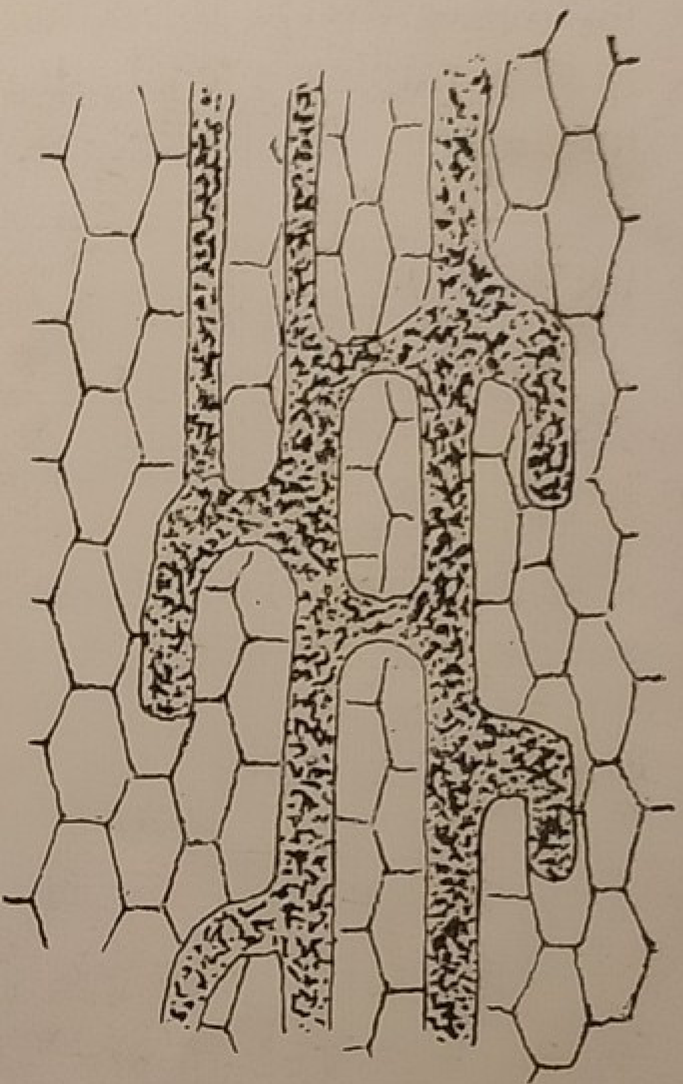


Fig. 261 – Vasi laticiferi del fusto di *Euphorbia*, in sezione longitudinale.

È da notarsi anche che i vasi legnosi dopo un certo periodo di attività perdono la loro funzione conduttrice; allora vengono chiusi; ciò avviene per mezzo di speciali cellule vive che circondano il vaso (*tilli*) (fig. 259) e che penetrano in esso riempiendone più o meno la cavità con la loro mutua compressione. Così i vecchi vasi legnosi non rimangono soltanto a esercitare una funzione di sostegno della pianta, ma si riempiono anche di sostanza di riserva. Tilli si producono anche in seguito a una ferita subìta dalla pianta e ciò impedisce l'entrata di microbi apportatori di infezione, cicatrizzando per così dire la ferita. Notiamo inoltre che tanto i tubi cribrosi che le trachee e le tracheidi non si trovano quasi mai isolati, ma riuniti insieme con altri tessuti a formare dei *fasci conduttori.* In ogni fascio completo si può distinguere una parte vasale o *xilema* e una parte cribrosa o *floema.*

Tessuto fondamentale. – Nelle parti interne della pianta fra i tessuti già descritti: tegumentali, conduttori, scheletrici, sparso qua e là, o localizzato in determinati punti, trovasi un tessuto costituito da cellule destinate a compiere le funzioni più importanti per la vita della pianta, vale a dire quelle della fabbricazione delle sostanze alimentari, del trasporto di esse da cellula a cellula, della messa in riserva di talune di esse e dei prodotti di secrezione, della aereazione, ecc. Tale tessuto è perciò detto *fondamentale* o *parenchima.*

Le cellule parenchimatiche si distinguono per avere un protoplasma vivente ricco di plastidi e con grossi vacuoli pieni di succo in cui stanno sostanze nutritizie, e una membrana di cellulosa più o meno inspessita. Nelle parti della pianta dove arriva a penetrare la luce vi è il parenchima così detto *assimilatore* coi cloroplasti contenenti granuli di amido. In altre

parti più interne vi sono parenchimi di riserva delle sostanze alimentari o di acqua o di aria, parenchimi le cui cellule secernono una quantità di sostanze utili alla pianta stessa; di qui la distinzione in *parenchimi assimilatori*, *di riserva* (fig. 260), *di secrezione*, ecc., i quali tutti essendo particolarmente attivi formano, diremo così, la classe produttrice e lavorativa di quel complesso così altamente e sapientemente organizzato che è l'intero organismo pluricellulare. Alle cellule secretrici appartengono i *tubi laticiferi* di molte piante che contengono come secreto il *latice* (Euforbie, Ficus, ecc.) (fig. 261).

ANATOMIA DEI MEMBRI DI UNA PIANTA DI ORGANIZZAZIONE SUPERIORE

Abbiamo visto che nelle piante di organizzazione più elevata si distinguono *radice*, *fusto* e *foglie*, vale a dire parti che da alcuni sono considerate come *membri*, da altri come *organi* della pianta.

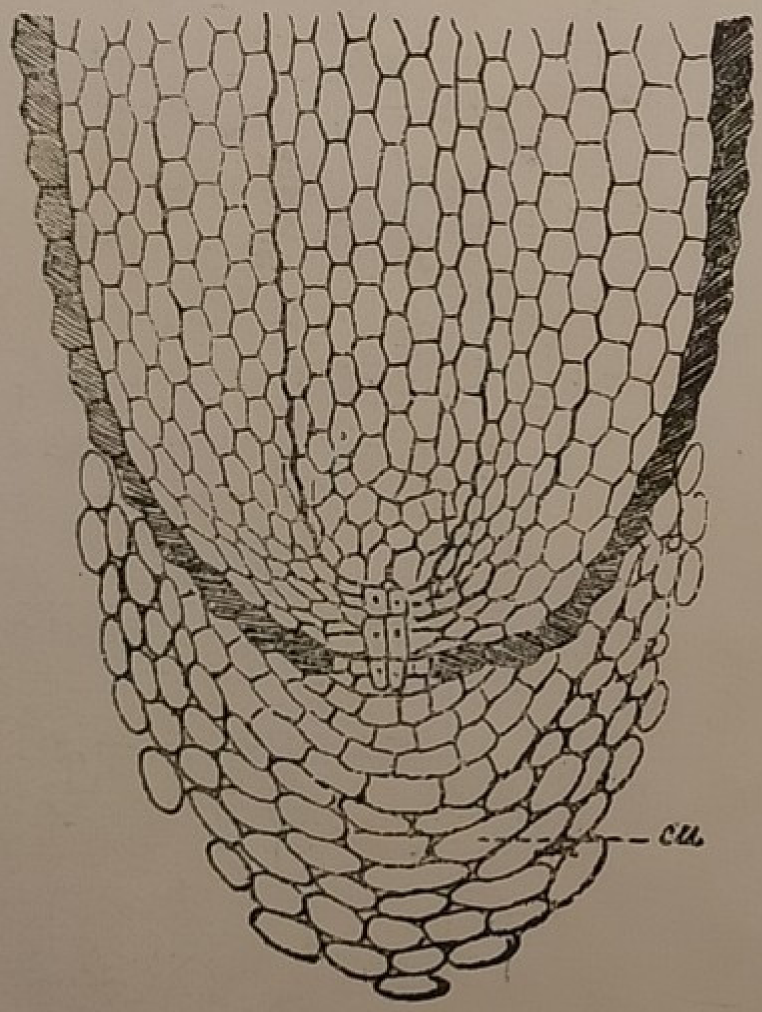


Fig. 262 - Tessuto meristematico della pileoriza (*cu*) (gr. 100).

Il concetto di *organo* però, nel corpo vegetale, non può avere lo stesso valore che ha nel corpo animale, dove per organo si intende una parte del corpo che sta in intima correlazione con una determinata funzione (ad es. lo stomaco, il polmone); poichè questa correlazione spesso manca, potendo ad es. la radice, oltre che funzionare da organo assorbente, compiere anche altre funzioni, in alcuni casi trasformandosi in organo di assimilazione del carbonio, di difesa in altri; mentre con la parola *membro* si considera piuttosto soltanto la struttura e, come tale, si intende un insieme di *apparati* (di sostegno, di conduzione, di protezione, di nutrizione, ecc.) a loro volta costituiti da diversi *tessuti*, derivati, a loro volta ancora, dalla unione delle *cellule*. Preferiamo quindi indicare come *membri* del corpo vegetale la radice, il fusto e le foglie.

Anatomia della radice.

Vedemmo già nella parte prima del presente volume la struttura *esterna* e le varie forme della radice. Vogliamo ora esaminare la struttura *interna*. Notiamo anzitutto come nell'apice vegetativo della radice si abbia un tessuto meristematico protettore (cuffia o pileoriza) (fig. 262). La struttura interna varia a seconda che si tratta di una radice di un anno di età o di

più anni. Nel primo caso si parla di una struttura *primaria*, e nel secondo di struttura *secondaria*.

Struttura primaria. – L'architettura interna della radice è mirabilmente conformata allo scopo di lasciar passare l'acqua, assorbita dai peli radicali, attraverso gli strati cellulari della corteccia, e di immettere poi quest'acqua nei canali conduttori (*vasi legnosi*) situati nella parte centrale della radice stessa, e dai quali essa sarà trasportata in alto e inviata alle diverse parti della pianta. Altri canali (*vasi librosi*) situati pure nella parte centrale servono invece al trasporto della linfa nutritizia che scende dal fusto e reca agli elementi cellulari della radice l'alimento necessario.

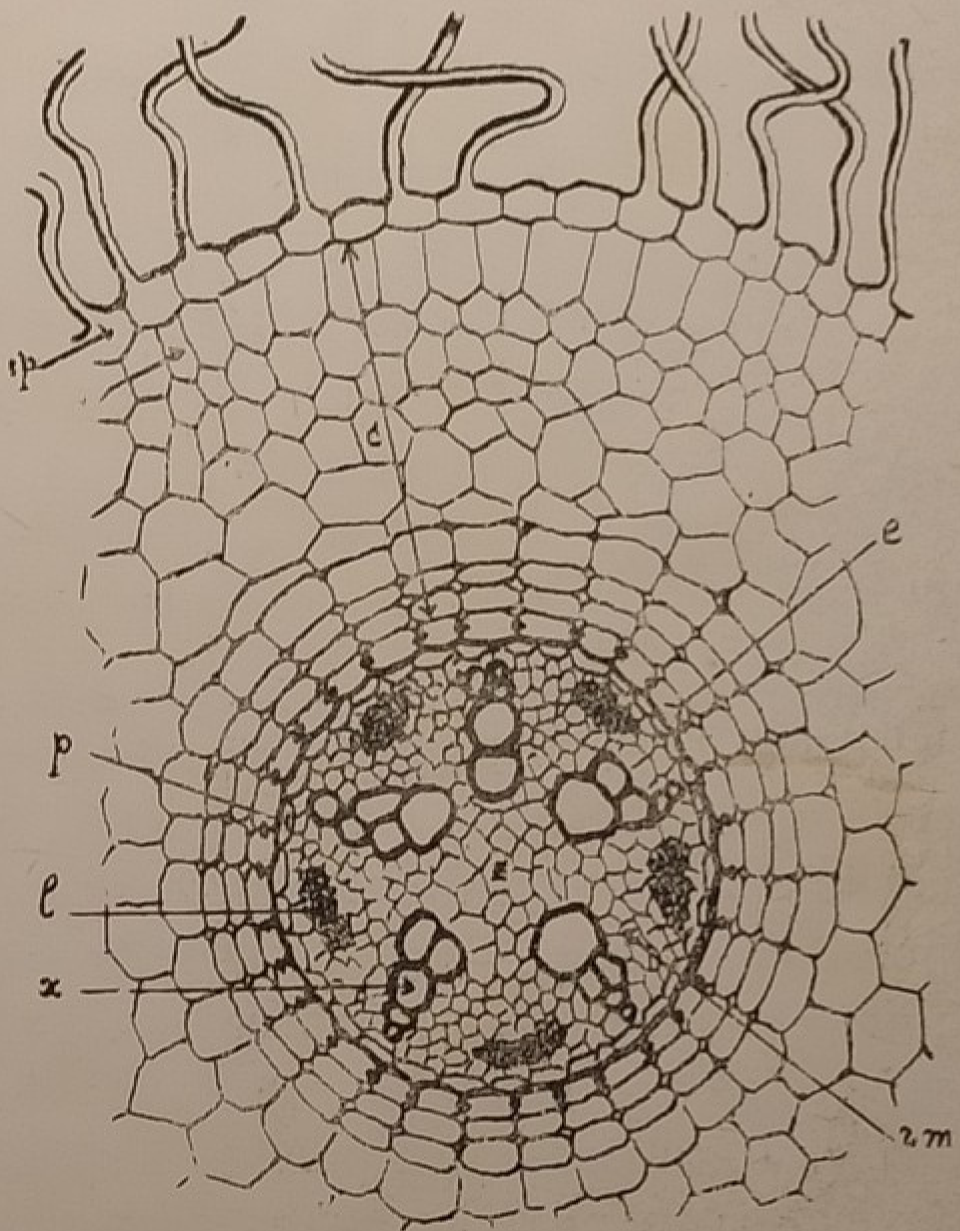


Fig. 263 – Figura semischematica d'una sezione trasversale di giovane radice nella sua struttura primaria.

sp) strato pilifero - *c* + *e*) corteccia comprendente in *c*, il parenchima corticale; *e*, l'endoderma - *p*) periciclo - *rm*) raggi midollari - *l*) libro o floema - *x*) legno o xilema.

Supponiamo di fare una *sezione trasversale* di una radice in corrispondenza della *zona pilifera*. Troviamo, procedendo dall'esterno verso l'interno, le seguenti parti (fig. 263):

1º) Lo strato dei *peli assorbenti*.

2º) La corteccia o *parenchima corticale*, costituita di cellule poliedriche a parete cellulosica, le quali verso la parte più esterna sono disposte alquanto irregolarmente, con spazî e lacune aerifere fra loro, e verso la parte più interna vanno ordinandosi in strati regolari, l'ultimo dei quali forma come una cintura compatta intorno alla zona centrale e viene detto *endoderma*, le cui cellule sono rettangolari, un po' allungate, a pareti resistenti; tuttavia permettono anche il passaggio dell'acqua dalla corteccia nella parte centrale e viceversa.

3º) Il *cilindro centrale* entro cui si trovano i *vasi conduttori* e il *midollo*.

Verso la periferia, subito sotto all'endoderma, il cilindro centrale consta di uno o più strati di cellule cui si dà il nome di *periciclo* o *strato rizogeno* perchè è da esso che si generano le radici laterali. Nel cilindro decorrono i *fasci fibro-vascolari legnosi* e *librosi* disposti radialmente e alternativamente. Fra gli uni e gli altri trovansi i *raggi midollari* formati di tessuto parenchimatico fondamentale che riempie anche tutta la zona centrale, e prende il nome di *midollo*. Nel midollo si trova anche nella maggior parte delle radici un tessuto meccanico di resistenza, che, per la sua posizione centrale,

rende le radici molto resistenti agli stiramenti. La resistenza sarebbe infatti minore se questo tessuto fosse sparso qua e là o posto verso la periferia.

Struttura secondaria (fig. 264). – Al principio del secondo anno di vita la struttura interna della radice subisce un notevole mutamento. Infatti fra il libro ed il legno si forma un nuovo tessuto meristematico secondario: il *cambio* o *strato rigeneratore*. Questo strato è continuo e si interpone fra i vasi legnosi e quelli librosi, dapprima sinuoso (fig. 264 [1]), e poi formante una zona perfettamente circolare (fig. 264 [2]), in modo da lasciare il legno all'interno e il libro all'esterno di essa.

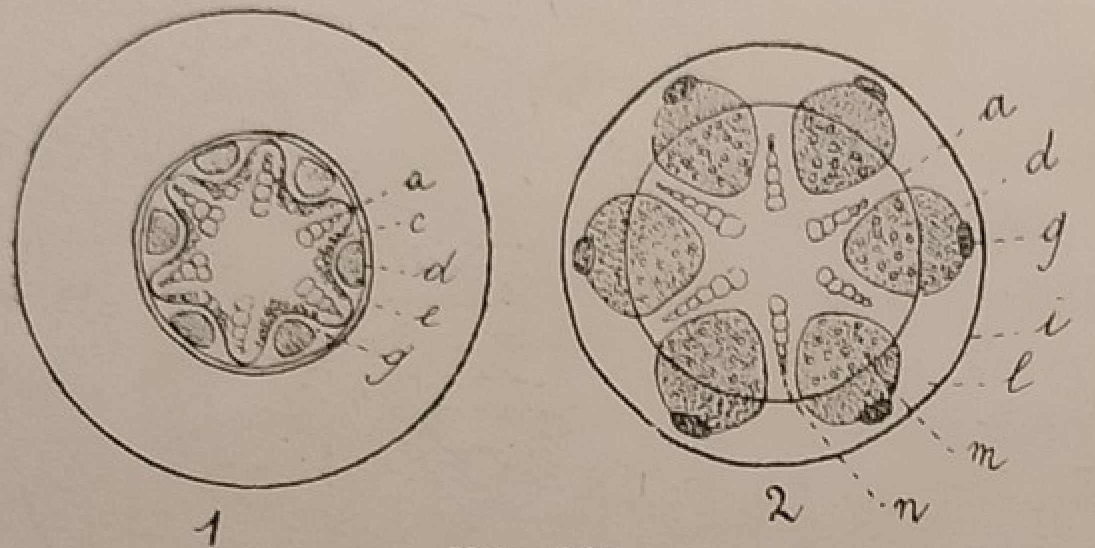


Fig. 264.

1. Schema dell'accrescimento secondario di radice di pianta Dicotiledone: *a*) legno primario - *c*) cambio - *d*) libro primario - *e*) endodermide - *g*) periciclo. —
2. Struttura secondaria: *a*) cambio - *d*) libro - *g* libro primario - *i*) periderma - *l*) periciclo - *m*) legno secondario - *n*) legno primario.

La formazione del cambio ha per conseguenza un accrescimento della radice in grossezza poichè si originano nuovi vasi legnosi verso l'interno e nuovi vasi librosi verso l'esterno. Mentre poi la parte più giovane della radice coi suoi peli assorbenti va accrescendosi sempre più verso il basso, la parte più vecchia perde ogni funzione assorbente, ma va inspessendosi anche in corrispondenza della corteccia, giacchè si forma sotto all'epidermide un nuovo tessuto meristematico secondario: il *fellogeno*. Il fellogeno, entrando in attività, produce cellule *sugherose* che sostituiscono presto l'antica sottile epidermide.

Naturalmente questa struttura interna primaria e secondaria subisce variazioni a seconda della natura della pianta considerata e dell'ambiente in cui essa vive. Così il *cambio* manca nelle Monocotiledoni e in talune Dicotiledoni. Nelle radici acquatiche si osserva un *parenchima corticale* con grandi e numerose lacune.

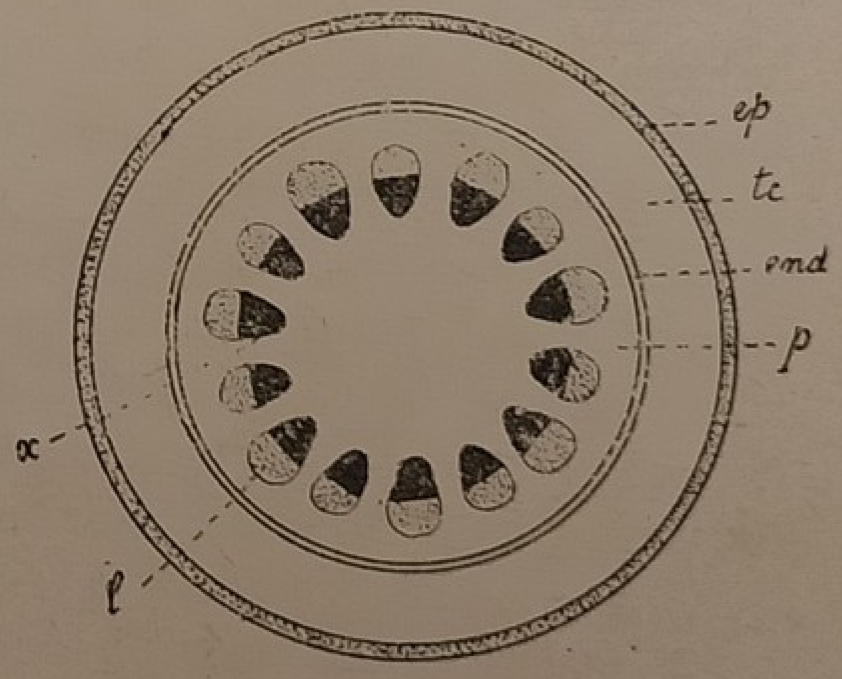


Fig 265 – Schema d'una sezione di fusto di *Thalictrum minus*, verso la base.

ep) epidermide - *tc*) tessuto corticale - *end*) endoderma - *p*) periciclo - *l*) libro - *x*) legno.

Anatomia del fusto.

Anche per il fusto, come si è visto per la radice, si può distinguere una *struttura primaria* e una *struttura secondaria*.

Struttura primaria. – Il fusto che durante la vita embrionale è appena differenziato in epidermide esterna sottile e tessuto fondamentale interno

a struttura omogenea, ben presto, con l'allungarsi verso l'alto e col farsi più resistente, lascia scorgere nel suo interno varî tessuti, cosicchè la sua struttura *primaria* (fino circa a un anno di età) è la seguente, a cominciare dall'esterno procedendo verso l'interno: una *epidermide*, una *corteccia* e un *cilindro centrale* nel quale si trovano i *fasci fibro-vascolari* e il *midollo* (fig. 265).

I fasci conduttori sono cordoni completi, costituiti cioè di una parte cribrosa (*floema*) e di una parte vasale o legnosa (*xilema*), collegati insieme; ma la disposizione di queste parti, cribrosa e vasale, varia da gruppo a gruppo di piante. Nelle *Fanerogame* la parte vasale si trova dal lato interno di quella cribrosa e sul medesimo raggio (disposizione *collaterale*), cosicchè tra fascio e fascio si interpongono i *raggi midollari* in comunicazione col midollo centrale. Inoltre nelle *Gimnosperme* e nelle *Dicotiledoni* i fasci sono disposti in circolo nel cilindro centrale, mentre nelle *Monocotiledoni* sono sparsi senz'ordine, e non si possono distinguere perciò raggi midollari (fig. 266).

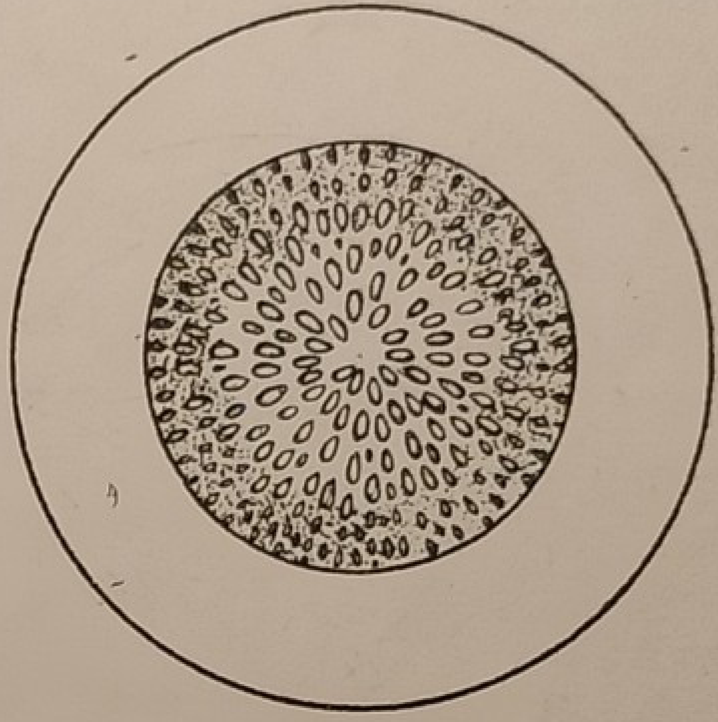


Fig. 266 – Sezione trasversale di fusto di pianta Monocotiledone.

Struttura secondaria. – Nelle Gimnosperme e Dicotiledoni i fasci sono *aperti*, cioè xilema e floema rimangono permanentemente separati fra loro da una zona di tessuto embrionale o meristematico detto *cambio* del fascio o *zona rigeneratrice* (fig. 267); nelle Monocotiledoni questo cambio manca e i fasci si dicono perciò *chiusi*.

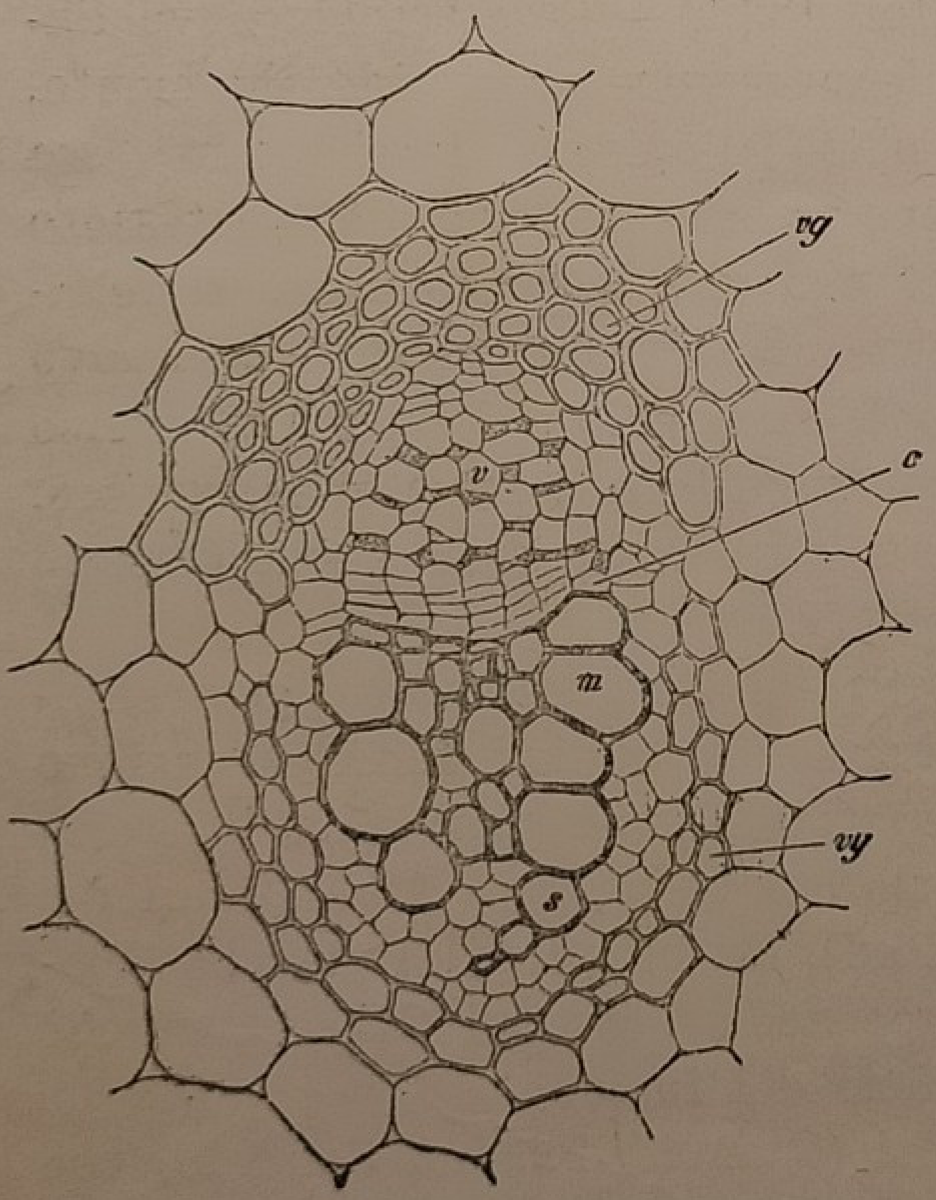


Fig. 267 – Sezione trasversa di fascio vascolare aperto dello stolone di *Ranunculus repens*.

s vasi spiralati - *m*) vasi punteggiati - *c*) cambio - *v*) tubi cribrosi - *vg*) guaina del fascio.

Quando il cambio entra in attività, ciò che avviene nel secondo anno di vita e si passa così alla struttura secondaria del fusto, esso forma nuovi vasi legnosi verso l'interno e nuovi vasi cribrosi verso l'esterno (figg. 268, 269). Inoltre si origina cambio anche nei raggi midollari, cosicchè la zona cambiale forma un tutto continuo, e poichè questo cambio produce anch'esso nuovi vasi legnosi e cribrosi, i raggi midollari vanno sempre più restringendosi, men-

tre si forma un anello continuo di legno verso l'interno e uno di libro verso l'esterno.

Alla primavera seguente il cambio entra di nuovo in attività producendo ancora nuovi vasi legnosi verso l'interno e nuovi vasi cribrosi verso l'esterno. Conseguenza di tutto ciò è che il fusto si accresce in grossezza e mentre i vecchi vasi legnosi vanno facendosi sempre più interni quanto più antichi sono, i vecchi vasi librosi vanno facendosi, al contrario, sempre più esterni; quindi dal numero degli anelli del legno è possibile determinare gli anni di vita della pianta.

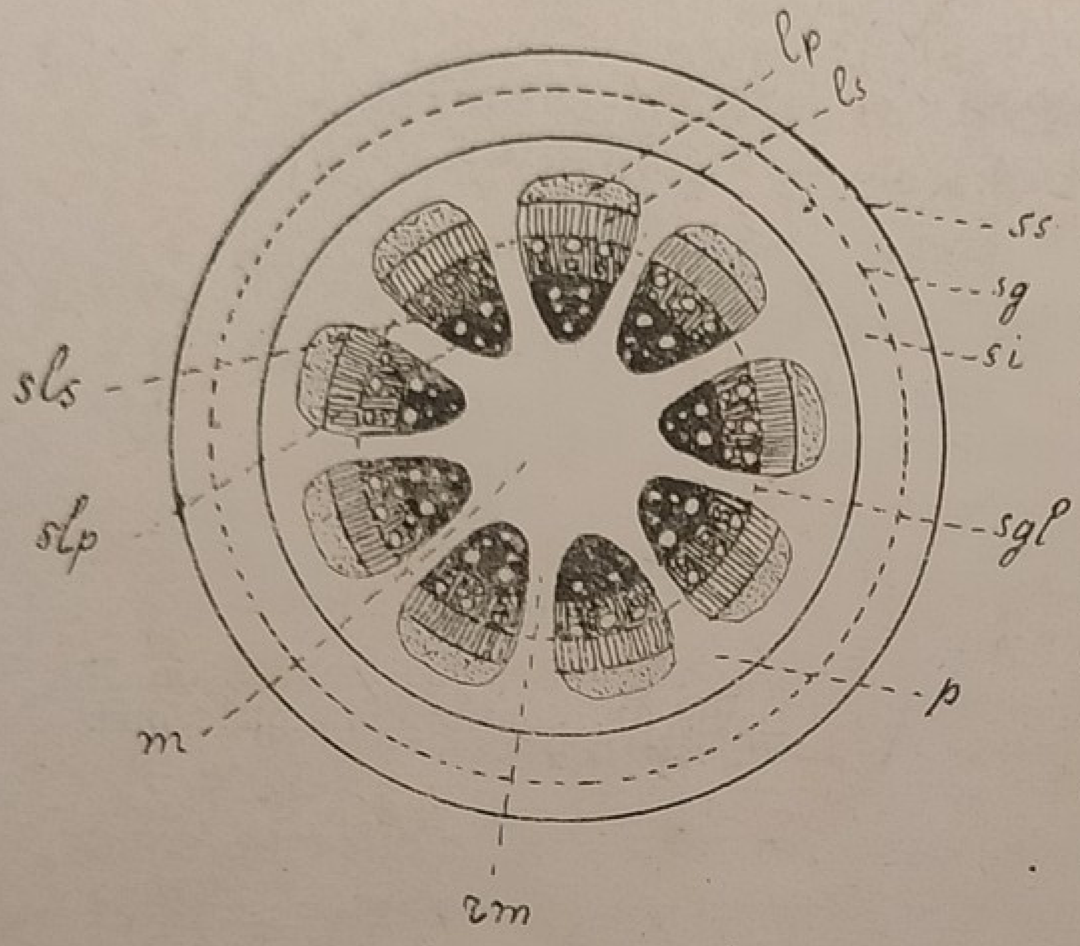


Fig. 268 – Sezione schematica d'un fusto di *Aristolochia* con formazioni secondarie.

ss) strato sugheroso - sg) strato generatore sughero-fellogeno - si) corteccia interna - p) periciclo - lp) libro primario - ls) libro secondario - sgl) strato generatore libro-legnoso - slp) strato legnoso primario - sls) strato legnoso secondario - rm) raggi midollari - m) midollo.

Questo accrescimento secondario del fusto viene però completato dall'attività di un altro meristema secondario che viene a formarsi nella corteccia sotto all'epidermide; vale a dire dal *fellogeno* o *generatore di sughero*.

Infatti con l'ingrossarsi del fusto internamente, la corteccia deve anch'essa seguire questo ingrossamento, e poichè l'epidermide si lacera, essa deve essere sostituita da un tessuto cutaneo che la sostituisca. Il fellogeno genera così ogni anno un nuovo strato di *sughero* verso l'esterno (*periderma*), e uno strato di *felloderma* verso l'interno. Quando si forma il periderma la superficie del fusto imbrunisce.

Qualche volta si formano grosse croste sugherose, come nella Quercia da sughero, che fornisce il noto sughero da tappi.

Con l'andar degli anni il nuovo fellogeno si forma sempre più profondamente, cosicchè i tessuti più esterni rimangono tagliati fuori e muoiono formando la cosidetta scorza (o *ritidoma*). Quando il periderma interessa soltanto una parte limitata della superficie del fusto, esso taglia fuori dei pezzi di tessuto, sia in forma di scaglie (Pini), sia in forma di placche (Platani, Quercie), sia in forma di anelli, come nella *Vite*, nel *Ciliegio*, perchè qui il periderma circonda tutta la superficie del fusto.

Spesso si osserva in certi alberi annosi (Quercie, Ebano, Sandalo) che il legno nella parte centrale è più scuro e più compatto (*cuore* o *durame*) e colorato più intensamente in bianco o in nero o in rosso, mentre è più chiaro nelle parti periferiche (*alburno*), e ciò dipende dal fatto che a quest'ultimo è riservata la funzione di conduzione della linfa, mentre al cuore è devoluta più che altro la funzione meccanica di sostegno.

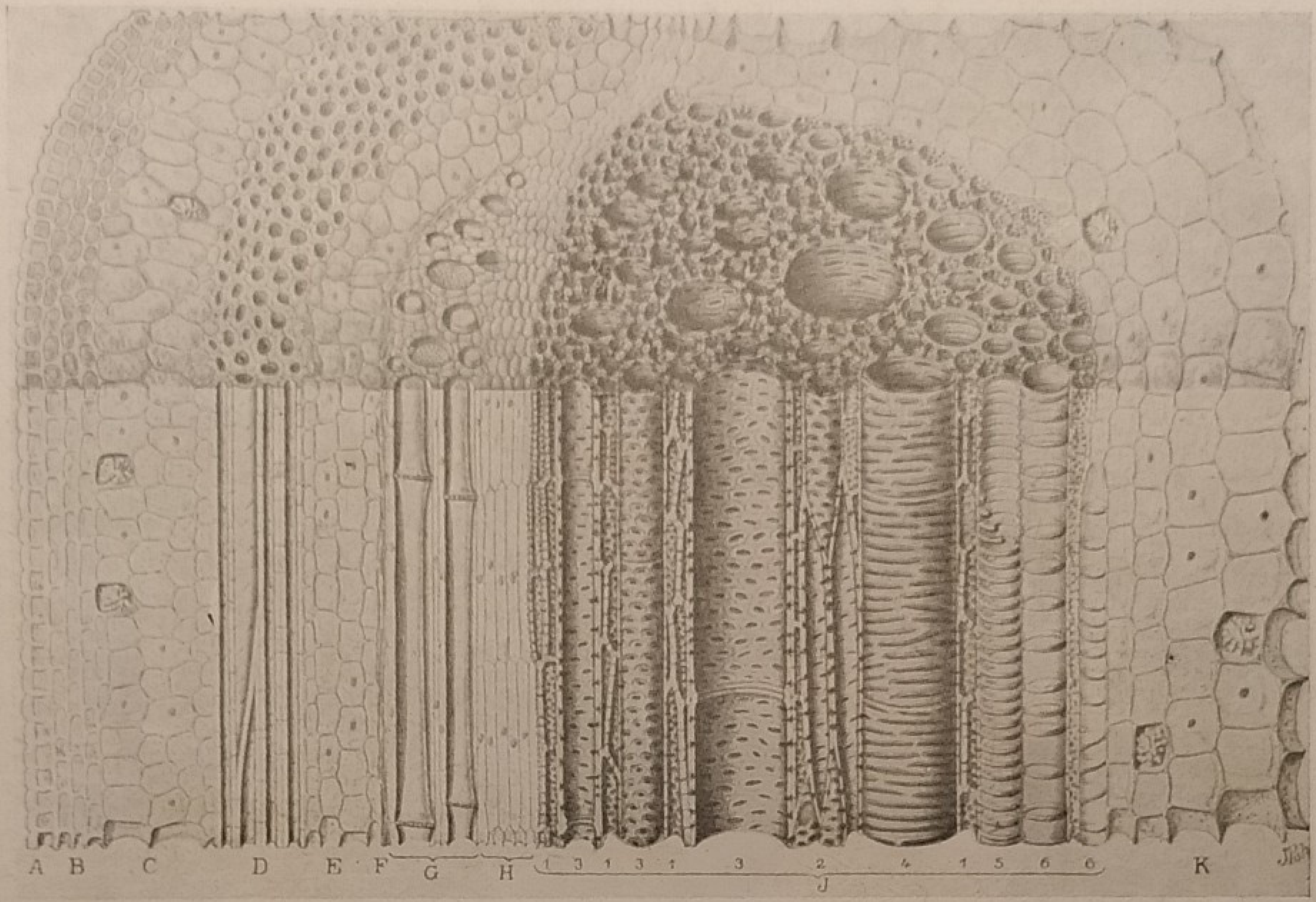


Fig. 269 – Sezione del fusto di *Aristolochia* (da *Pohl*).

A) epidermide - *B*) collenchima corticale - *C*) parenchima corticale - *D*) fibre liberiane - *E*) parenchima corticale - *F*) tessuto cribroso schiacciato - *G*) tessuto cribroso attivo con tubi cribrosi e cellule annesse - *H*) cambio - *J*) parte legnosa del fascio fibro-vascolare - 1) parenchima del legno - 2) tracheidi - 3) vasi punteggiati - 4) vaso scalariforme - 5) vaso spiralato - 6) vasi anulari - *K*) parenchima midollare.

Anatomia della foglia.

In una sezione trasversale del lembo si notano i seguenti tessuti: un'*epidermide superiore* corrispondente alla pagina superiore o ventrale della foglia; un'*epidermide inferiore* appartenente alla pagina inferiore o dorsale della foglia e ricca di stomi. Fra le due epidermidi si trova il caratteristico *tessuto parenchimatico*. Sotto all'epidermide superiore vi è lo strato così detto a *palizzata*, perchè le cellule, assai ricche di granuli di clorofilla, sono disposte le une vicine alle altre come i pali di una palizzata; e immediatamente sotto a questo vi è lo *strato spugnoso*, fatto pure di cellule con numerosi spazî interposti pieni d'aria in comunicazione con gli stomi. Le cellule di questi strati contengono però in minor quantità i cloroplastidi, cosicchè

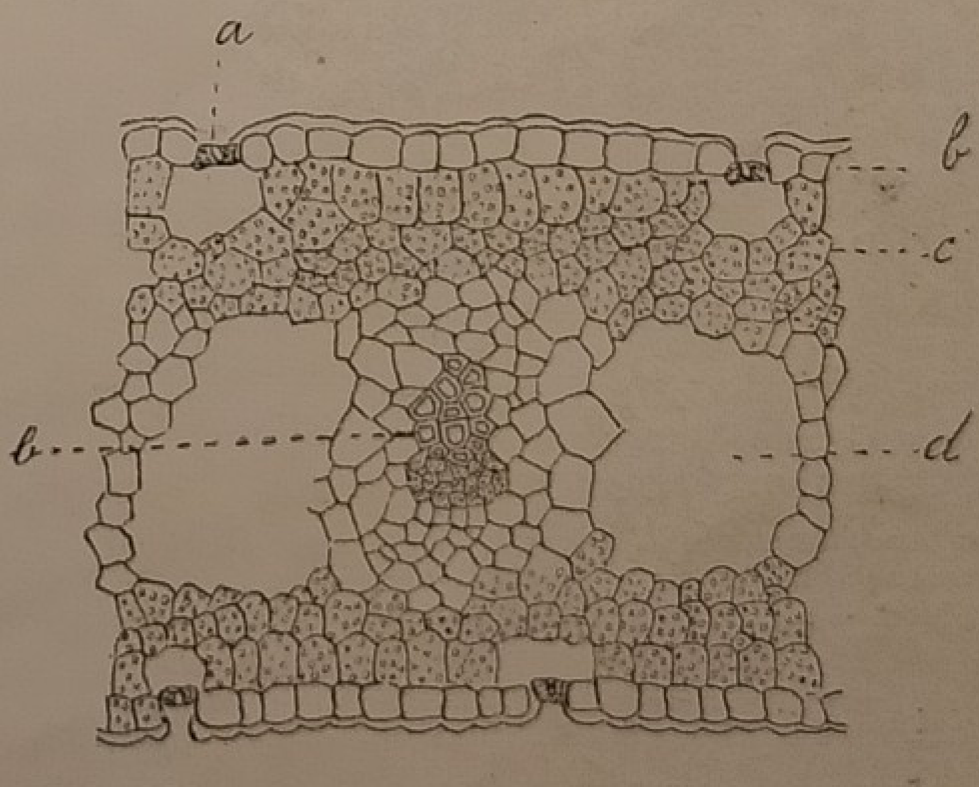


Fig. 270 – Sezione trasversale di una foglia di Narciso.

a) stoma - *b*) epidermide - *c*) cellule con clorofilla - *d*) lacuna aerifera - *e*) fascio di una nervatura.

il colore della pagina inferiore della foglia è di un verde più chiaro. Lo strato a palizzata è il tessuto *assimilatore* per eccellenza.

Troviamo poi internamente sezionati *gruppi di vasi legnosi e librosi*. I legnosi, verso la pagina superiore, e i librosi, verso quella inferiore.

Questa struttura è tipica della forma normale; variando la forma e la disposizione del lembo, varia anche la struttura interna. Così, ad es., nella foglia di Narciso, disposta verticalmente, un tessuto lacunoso è nel mezzo, e ai lati si trova il tessuto a palizzata sotto alle due epidermidi (fig. 270).

FISIOLOGIA VEGETALE

La nutrizione delle piante.

Già avemmo occasione di notare, parlando delle differenze fra gli animali e le piante, che queste differenze riguardano soprattutto la nutrizione; giacchè, mentre gli animali per nutrirsi devono trovare le sostanze alimentari già pronte e confezionate e fanno quindi opera di scomposizione e di analisi, le piante invece queste sostanze alimentari fabbricano da sè, e sono quindi esseri viventi essenzialmente sintetizzatori.

Fig. 271 – Colture acquose con Grano Saraceno (*Polygonum Fagopyrum*).
a sinistra: senza potassio - *in mezzo*: in soluzione norm. completa - *a destra*: senza ferro.

Vogliamo ora vedere di chiarire questi concetti, occupandoci in particolare della nutrizione delle piante.

Le soluzioni nutritizie. – Gli alimenti di cui abbisogna la pianta appartengono fondamentalmente a quelle stesse categorie di sostanze organiche che sono necessarie per la nutrizione degli animali; vale a dire: *idrati di carbonio* (ad es., amidi, zuccheri), *sostanze proteiche* o *albuminoidi* (ad es., albumina, globulina) e *grassi*, *gliceridi* (olii e grassi solidi). Sono tutte sostanze a base di *carbonio*, *ossigeno*, *idrogeno* e *azoto*. Alcune, come le proteine, contengono anche *solfo*, *fosforo* e altri elementi.

Per formare queste varie sostanze la pianta deve quindi fornirsi di tutti gli elementi necessari; questi elementi in parte essa prende dall'*aria*, in parte dall'*acqua* e dai *sali minerali* che questa tiene disciolti. Per sapere quali siano gli elementi minerali necessari per tutte le piante, si ricorre all'esame delle ceneri che si ottengono in seguito alla combustione delle piante, e in base a questa analisi si preparano le così dette *soluzioni nutritizie* o *soluzioni acquose*.

In un vaso cilindrico di vetro (fig. 271) si mette la soluzione acquosa contenente le varie specie di sali minerali. Il vaso è chiuso da un coperchio sul quale si fissa in un modo qualunque un seme appena germogliato, in modo che la radichetta arrivi nella soluzione e il germoglio si espanda nell'aria (¹). Se la soluzione contiene quanto è necessario alla pianta, questa cresce, mette fiori e frutti, ossia si comporta come se vegetasse in condizioni naturali; altrimenti o non si sviluppa o cresce male o presenta varie anomalie in relazione alla mancanza di questo o di quell'elemento.

Si è visto così che 10 sono gli elementi necessari per la vita della pianta e cioè: C, H, O, N, K, Ca, Mg, Fe, S, P (²). Di questi elementi però il carbonio viene preso dall'aria sotto forma di *anidride carbonica* e quindi non occorre metterlo nella soluzione, e così pure, in parte, l'ossigeno; ma la maggior parte di questo e tutti gli altri elementi vengono presi dall'acqua e dai sali che in essa sono stati disciolti. Molto usata è, ad es., la soluzione di Knop, così formata:

Acqua	gr.	1000
Nitrato di calcio	»	1
Solfato di magnesio	»	0,25
Fosfato acido di potassio	»	0,25
Nitrato di potassio	»	0,25
Cloruro di ferro	tracce	

Se manca, ad es., il potassio, la pianta stenta a svilupparsi e rimane piccola e intristita; se manca il ferro, la pianta non diventa verde (*clorosi*); se manca il calcio possono formarsi dei veleni che danneggiano gravemente la pianta.

Oltre a questi elementi, indispensabili, altri possono naturalmente essere presi dalla pianta a seconda della sua speciale costituzione. Così, ad es., le Alghe marine assorbono dall'acqua lo iodio; le Alghe del genere delle Diatomee, il silicio.

La fabbricazione degli alimenti.

Organicazione del carbonio. – Funzione clorofilliana. – Tutti questi elementi che la pianta prende dall'esterno vengono da essa utilizzati per formare, combinandoli chimicamente fra loro, le varie e più o meno complesse molecole dei composti organici alimentari; ossia vengono elaborati, *organicati* in modo da costituire gli idrati di carbonio, le sostanze proteiche, i grassi e altre molteplici sostanze. Ma in che modo questo avviene? L'indagine spetta alla chimica biologica, uno dei campi più attraenti della Chimica, ma anche dei più difficili a esplorarsi e dei meno conosciuti. Ci limiteremo

(¹) Il vaso di coltura deve contenere 4 o 5 litri ed è bene sia circondato da una carta nera in modo che la radichetta stia al buio.

(²) Carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto, potassio, calcio, magnesio, ferro, solfo, fosforo.

qui alle cognizioni generali, e vediamo prima quanto si riferisce alla formazione degli *idrati di carbonio*, ossia alla organicazione dell'elemento *carbonio*, base di tutti i composti organici.

Questa *organicazione del carbonio* è stata chiamata anche *funzione clorofilliana*. Infatti essa non si compie se non in presenza della *clorofilla*.

Noi sappiamo che la clorofilla è quel pigmento colorato che si trova nei cloroplasti, e che i cloroplasti sono particolarmente abbondanti nelle cellule del parenchima delle foglie. È proprio nelle foglie dove in modo speciale questa funzione si compie. Sono le foglie il laboratorio chimico delle piante, la misteriosa officina dove si fabbricano i composti del carbonio. Il carbonio viene preso dall'aria sotto forma di *anidride carbonica*. Insieme con l'aria, questo gas entra per gli stomi attraverso l'epidermide nell'interno delle lacune aerifere intercellulari; ma contemporaneamente entra anche nell'interno della foglia l'acqua coi sali disciolti che, assorbita dapprima dalla radice della pianta, è salita poi lungo il fusto e da questo, per il picciuolo e le nervature, al tessuto formato dalle cellule ricche di clorofilla.

Che cosa avviene ora di questa acqua e di questa anidride carbonica allorchè la pianta verde è esposta alla luce del sole? Avviene che esse si combinano insieme per formare una sostanza *organica*, un idrato di carbonio, noto per la sua forma e per la sua composizione chimica col nome di *amido*, mentre la pianta durante questa funzione emette dell'ossigeno.

In che modo si è formato questo amido? Non possiamo fare altro che delle ipotesi. Una delle ipotesi più accreditate è la seguente del BAEYER.

Tanto l'anidride carbonica (CO_2) che l'acqua (H_2O) vengono in un primo tempo scisse: l'CO_2 in $CO + O$ (ossido di carbonio più ossigeno); l'H_2O in $H_2 + O$. Mentre l'ossigeno così liberato si svolge, l'ossido di carbonio (CO), composto assai instabile, tende a combinarsi e si combina infatti con l'H_2 (idrogeno) per formare un composto della formula CH_2O che non è altro che l'*aldeide formica*. Ora si sa che le aldeidi hanno una grande tendenza alla *polimerizzazione*: se quindi 6 molecole di aldeide formica si condensano fra loro si forma: $6\,CH_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6$ cioè zucchero (*glucosio*). Questo per *disidratazione* perde una molecola di acqua, e si passa a $n(C_6H_{12}O_6) - (n - 1)H_2O = (C_6H_{10}O_5)n$, cioè all'*amido*.

Questa ipotesi ha il vantaggio di essere chiara e semplice, ma probabilmente il fenomeno è assai più complesso. L'ossigeno che si sviluppa durante la fotosintesi può derivare sì dalla scomposizione dell'anidride carbonica; ma potrebbe anche derivare da altri corpi ricchi in ossigeno; ad es., dai nitrati che con l'acqua vengono portati alla foglia; in questo caso i cloroplasti lavorerebbero a formare addirittura le albumine onde è composta la loro sostanza vivente e quindi i granuli di amido deriverebbero dalla attività chimica e secretiva di esse.

In laboratorio possiamo ottenere aldeide formica dall'anidride carbonica e dall'acqua, e dall'aldeide formica passare per condensazione agli zuccheri e da questi all'amido; ma che così avvenga proprio anche nelle piante non è provato. Un illustre chimico, G. CIAMICIAN, così si esprimeva a questo proposito: «Il chimico odierno, come tutti gli altri suoi contemporanei, ha tanto poco tempo ed invece tante aspirazioni, per cui evita per quanto può le azioni lente e cerca di ottenere i suoi risultati nel modo più sollecito; ma per correre molto ci vuole molto carbone. E così generalmente si fanno intervenire nelle nostre reazioni le temperature elevate e le più energiche affinità chimiche. Gli acidi mi-

nerali e le più forti basi, gli alogeni e i metalli più positivi come il potassio, sodio, magnesio, alluminio; certi cloruri metallici anidri ed i composti alogenici del fosforo sono i reagenti che vengono quasi quotidianamente impiegati nei nostri laboratori. Le piante invece tranquillamente, serenamente, al sole, un vero idillio chimico, fanno la chimica organica » (1).

Occorre poi non dimenticare che le sostanze organiche formatesi, quando fanno parte integrante della sostanza vivente sono *organizzate* e che altro è quindi l'*organicazione* e altro l'*organizzazione*; questa è propria della sostanza vivente. Invece di parlare infine di *assimilazione del carbonio* come fanno alcuni, per indicare l'*organicazione* di esso, preferiamo mantenere questa ultima parola; conservando alla parola *assimilazione* il medesimo concetto che vale anche per gli animali, vale a dire quello di trasformazione della sostanza organica in sostanza *protoplasmatica*, cioè in *sostanza vivente*.

La formazione dell'amido è dovuta ad un processo chimico; ma poichè questo si compie soltanto alla luce del sole e in presenza della clorofilla, quale funzione esercitano la *luce* e la *clorofilla*? La fisica insegna che la luce non è che una forma di *energia* ed è noto che molte reazioni chimiche vengono provocate o favorite dalla luce. Ora è proprio l'energia luminosa solare quella che la pianta utilizza per la fabbricazione dell'amido. È proprio sotto l'azione di questa *energia radiante* che le molecole dell'anidride carbonica e dell'acqua si scindono liberando ossigeno, per ricomporsi poi nelle nuove sostanze che conducono alla formazione dell'amido. In tal modo l'energia radiante si trasforma in *energia chimica* di combinazione contenuta nei composti organici così formatisi; ed è questa energia chimica accumulata che viene poi rimessa in libertà sotto forma di *calore*, allorchè l'animale, ingerendo queste sostanze alimentari fabbricate dalle piante, le scompone nell'interno del suo corpo ossidandole con l'ossigeno tratto dalla respirazione.

Mirabile armonia dell'Universo! La pianta immagazzina l'energia radiante del sole nelle sostanze alimentari; l'animale utilizza questa energia sotto forma di calore, scomponendo gli alimenti presi dalle piante. In questa scomposizione si produce anidride carbonica ed acqua. La pianta prende di nuovo questa anidride carbonica dall'aria e l'acqua dal terreno e ricostruisce la sostanza alimentare. Non v'è dunque soltanto circolazione e trasformazione di energia, ma anche trasformazione e circolazione di materia.

Diremo anzi di più. Gli animali cibandosi delle sostanze alimentari fabbricate dalle piante, dipendono da queste, ma queste senza la luce solare non potrebbero vivere, cosicchè in ultima analisi *tutta la vita* dipende dal Sole, il grande astro possente che DANTE chiamò:

Lo ministro maggior della natura

e al quale, con quel divino intuito che è proprio dei grandi poeti, attribuì il potere di costruzione e di sintesi che avviene nelle piante:

Guarda il calor del sole che si fa vino
Giunto all'umor che dalla vite cola.

---

(1) GIACOMO CIAMICIAN - *La Chimica organica negli organismi.* Ed. Zanichelli, Bologna.

Ma, e la clorofilla? Quale funzione ha questo pigmento nella fotosintesi? La clorofilla ha molteplici funzioni; soprattutto però quella di agire da *sensibilizzatore ottico*, ossia di assorbire e trattenere quelle radiazioni luminose che sono le più adatte per la sintesi organica.

È noto infatti che la luce bianca del sole è composta di sette luci semplici, e se si fa in modo che l'organicazione avvenga a luce monocromatica, cioè di un solo colore, si può constatare che è specialmente nella regione del *rosso* e del *giallo* dello spettro solare che il processo di sintesi si fa intensissimo, mentre più debolmente si compie nella regione del blu e del violetto e quasi nulla avviene nelle altre regioni intermedie.

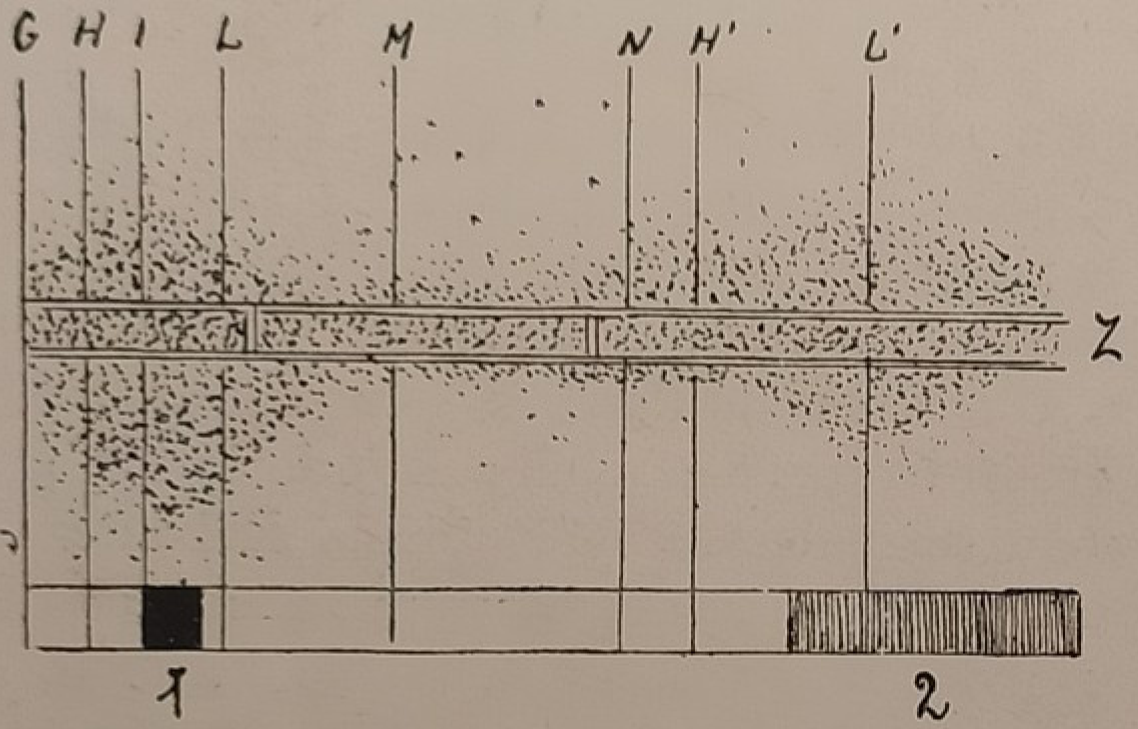


Fig. 272 – Esperienza di Engelmann. I bacteri si raccolgono specialmente in corrispondenza della zona 1 e 2 dello spettro di assorbimento della clorofilla.

Da *G* ad *L'*) raggi dello spettro - *Z*) filamento dell'alga - 1) zona dei raggi rossi; 2) zona dei raggi blu e violetti.

Un'elegante esperienza è stata a questo proposito ideata da Engelmann (1881) (fig. 272). Si mette su un vetrino portaoggetti un filamento d'alga (*Spirogyra*), bagnandolo con una goccia d'acqua nella quale si trovano dei bacteri avidi di ossigeno (ad es.: il *Bacterium termo*, agente ordinario delle putrefazioni, che si trova nelle acque corrotte). Osservando al microscopio, a luce diffusa, si vedono i bacteri muoversi in modo uniforme lungo il filamento verde, ma se si proietta sul preparato lo spettro solare, in modo che l'alga riceva separatamente le singole radiazioni, si vede che i bacteri si accumulano in grandissima quantità in corrispondenza dei raggi rossi e gialli, cioè là dove il processo di organicazione del carbonio è più intenso e maggiore è quindi lo sviluppo di ossigeno. Si nota anche un altro ammassamento di bacteri, ma assai più piccolo del precedente, in corrispondenza dei raggi blu e violetti.

Ricordiamo qui un altro fenomeno interessante che ci dimostra come da certe piante, quali, ad es., molte alghe marine, vengono utilizzate altre radiazioni dello spettro in relazione con l'ambiente speciale in cui si trovano questi organismi vegetali. Infatti la luce, penetrando sempre più profondamente nell'acqua, è costituita prevalentemente dalle radiazioni verdi e dalle verdi azzurre, perchè le rosse vengono presto assorbite. In queste condizioni la pianta si mette in grado di assorbire la maggior quantità possibile di queste radiazioni verdi, assumendo, per un fenomeno di adattamento, il colore *complementare* del verde, ossia il rosso e il giallo; ed è per questo che le alghe viventi a una certa profondità sono ricche di pigmenti

gialli e rossi. Le piante terrestri ci appaiono invece di colore verde perchè assorbono i raggi rossi e aranciati.

Il bisogno della luce nella pianta sta in relazione con la struttura e la conformazione della foglia. Già il fatto stesso che le foglie hanno generalmente forma appiattita sta in accordo con l'altro che più ampia è la superficie e più grande è l'assorbimento della luce. Inoltre la struttura delle cellule dell' epidermide superiore, atte a lasciar filtrare la luce attraverso il loro contenuto acquoso e trasparente; la disposizione delle foglie sui rami in modo da poter essere tutte egualmente illuminate; la tendenza dei fusti ad innalzarsi sempre più, in gara con le piante vicine, come si verifica nei boschi di pini e nelle foreste tropicali; tutto ciò sta in relazione colla necessità impellente di usufruire della luce, che è per esse condizione necessaria di vita.

Fig. 273 – Esperienza per dimostrare la presa di anidride carbonica durante la funzione clorofilliana.

ESPERIENZE. – Si possono fare alcune esperienze per dimostrare che la pianta, durante la funzione clorofilliana, assorbe anidride carbonica: che la pianta sviluppa ossigeno e che si forma amido nelle foglie; quest'ultima esperienza serve anche a dimostrare che l'amido si forma soltanto in presenza della luce.

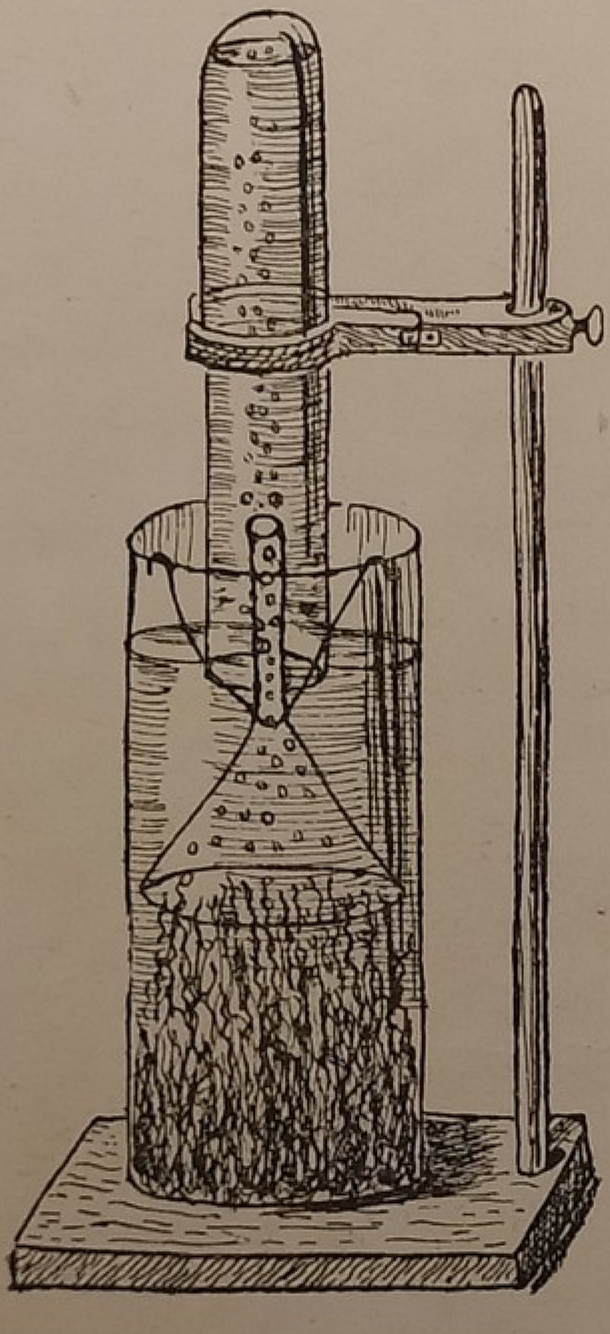


Fig. 274 – Esperienza per dimostrare lo svolgimento di ossigeno durante la funzione clorofilliana.

Prima esperienza: Assorbimento dell' anidride carbonica. – Si può far entrare in modo opportuno una proporzione conosciuta di gas anidride carbonica nell'atmosfera limitata occupante l'interno di una campana di vetro (fig. 273) nella quale si trova pure una pianta verde o anche un semplice ramoscello con le foglie verdi. Si analizza l' atmosfera interna al momento dell' esperienza e si espone tutto alla luce del sole. Dopo qualche ora si procede di nuovo all'analisi dell'aria e si constata che l'anidride carbonica è diminuita circa nella stessa misura in cui la proporzione di ossigeno si è aumentata [1].

Con questo metodo si ha il vantaggio di poter aumentare la proporzione

(1) Negli apparecchi usati a questo scopo si ha il modo di poter prelevare un poco di aria interna e farne l'analisi.

di anidride carbonica, che normalmente è nell'aria di appena 3 o 4 decimillesimi, in modo da far acquistare alla funzione clorofilliana tutta la sua intensità.

Seconda esperienza: Emissione di ossigeno. – Questa esperienza può farsi con l'apparecchio della fig. 274. Esso consta di un vaso cilindrico di vetro molto grande che si riempie di acqua e nel quale si mette qualche ramo di pianta verde acquatica (es. *Helodea canadensis* o anche *Myriophillium*, oppure Alghe come le *Spirogyre*).

La pianta si copre con un imbuto di vetro rovesciato sul quale si applica una provetta piena d'acqua, avendo cura che imbuto e provetta formino uno spazio ben chiuso affinchè non vi siano sfuggite di gas.

Posto l'apparecchio al sole, si vedranno delle bollicine di gas svolgersi dalla pianta e salire in alto nella provetta. Si prova che il gas svolto è ossigeno introducendo nella provetta un fuscellino acceso a un'estremità: la combustione è subito ravvivata. Si potrà aggiungere all'acqua un po' di anidride carbonica, sebbene l'acqua dolce ne contenga sempre disciolta.

Fig. 275 – Esperienza di Sachs.

Terza esperienza: Formazione dell'amido. – Azione della luce. – In una pianta verde si sceglie una foglia che si ricopre con un foglio di stagnola salvo che nelle parti corrispondenti alla parola *Amido* (fig. 275) intagliata nella stagnola. Se l'operazione è stata fatta al mattino, si aspetta la sera, e si stacca la foglia dal ramo, levando il foglio di stagnola. Naturalmente non vedremo nulla; ma se mettiamo la foglia nell'alcool, non senza prima averla immersa per un istante in acqua bollente, essa si scolora completamente perchè la clorofilla si scioglie nell'alcool. Introduciamo allora la foglia così sbiancata entro una soluzione contenente *iodio*. Vedremo subito che essa si colora in *blu violetto* quasi nero; segno è che dentro vi è dell'amido, poichè questa è la *reazione caratteristica* dell'amido; ma vedremo anche che la colorazione è avvenuta soltanto nelle parti scoperte, ossia in corrispondenza della parola *Amido*, perchè nelle parti coperte, per mancanza di luce, non si è potuto formare l'amido.

L'organicazione dell'azoto.

La presa dell'azoto. – La circolazione dell'azoto in natura. – Un fatto che ci colpisce nell'esame delle soluzioni nutritizie è che l'azoto, il quale si trova così abbondante nell'aria, non venga preso dalla pianta direttamente dall'atmosfera, bensì sotto forma di *sale solubile* dalla soluzione, e quindi anche dall'acqua che imbeve il terreno se la pianta vegeta nel suo ambiente naturale. L'azoto entra quindi nell'interno della pianta sotto forma di sale solu-

bile assorbito per mezzo della radice. Sono soprattutto i *nitrati* che vengono utilizzati.

Da dove proviene questo azoto che si trova nel terreno? In gran parte dalle sostanze organiche che vanno in decomposizione. I residui in decomposizione di organismi vegetali e animali producono, insieme con anidride carbonica, idrogeno solforato e altre sostanze, anche ammoniaca. Questa ammoniaca però andrebbe perduta facilmente nell'aria se non esistessero nel terreno degli speciali microorganismi (*bacteri nitrificanti*) che ossidano l'ammoniaca trasformandola in *acido nitroso* e *nitrico* [1]; ma l'acido nitrico in presenza del potassio e di altri elementi metallici che si trovano nel terreno forma sali solubili, cioè *nitrati*; sono questi che passano quindi nella pianta per le radici.

Non tutti però i nitrati vengono utilizzati dalle piante: vi sono nel terreno infatti, degli altri microrganismi (*bacteri denitrificanti*) che scompongono questi nitrati in *nitriti* e in *azoto molecolare* che sfugge via allo stato gassoso nell'atmosfera.

Ma questo azoto dell'atmosfera viene di nuovo in gran parte ripreso e ricondotto nel terreno. Infatti nel terreno vivono anche dei bacteri speciali capaci di fissare l'azoto atmosferico (*Clostridium*, *Azobacter*) e di trasformarlo in albumina del protoplasma. Esistono però anche delle piante superiori che sono capaci di utilizzare l'azoto atmosferico, ma indirettamente, cioè per mezzo di altri bacteri. Sono queste le Leguminose (Fagiuoli, Piselli, Erba medica, Lupinella) le quali hanno nelle loro radici delle specie di piccole nodosità dette *tubercoli radicali* e contenenti bacteri vivi (*Bacillus radicicola* o *Rhizobium leguminosarum*) che fissano l'azoto libero.

Questi bacteri sono utili alla pianta in quanto che forniscono ad essa una grande quantità di sostanza albuminoide azotata, ma in compenso ricevono da essa zuccheri e altre sostanze nutritizie. Si tratta quindi di un tipico fenomeno di *simbiosi mutualistica* (ossia di vita in comune con reciproco vantaggio), di cui si hanno in natura moltissimi altri esempi.

Si deduce da quello che si è detto ora quanto grande sia l'importanza agraria delle piante leguminose. Infatti un terreno impoverito di azoto dalla coltivazione di frumento, ad es., viene di nuovo arricchito coltivando in esso e poi interrando queste leguminose (*pratica del sovescio*). Questa pratica è detta anche della *concimazione verde*. Altro modo di concimare il terreno di azoto è anche quello di ricorrere allo *stallatico*, fatto di sostanze organiche che si decompongono e producono *urea*, che poi si trasforma in ammoniaca utilizzata a sua volta dai bacteri nitrificanti. Finalmente si ricorre oggi in gran parte ai *concimi chimici* (nitrati, solfato di ammonio, calciocianamide) per intensificare la coltura del grano e di altre piante avide di azoto. Co-

---

[1] I *Nitrosomonas* e i *Nitrosococcus* ossidano l'ammoniaca in acido nitroso; quindi entrano in azione i *Nitrobacter* che ossidano questo in acido nitrico. (Vedi anche *Respirazione*).

munque le sostanze azotate che le piante hanno fabbricato per sè vengono cedute agli animali poichè questi si cibano di vegetali; e gli animali cedono poi di nuovo alle piante l'azoto allorchè dopo morti vanno in decomposizione.

Da quanto abbiamo detto più sopra la *circolazione dell'azoto in natura* può essere riassunta così:

Azoto atmosferico	⟶	Bacteri fissatori dell' azoto libero (*Azobacteri, Bacillus radicicola*).
↓		
Azoto del terreno	⟶	Organismi animali e vegetali in decomposizione producenti *urea* ed *ammoniaca* trasformata in *nitrati* dai bacteri *nitrificanti*.
↓		
Azoto assimilato	⟶	I vegetali dai nitrati e altri sali azotati; gli animali dai vegetali, nutrendosi di questi.
↓		
Azoto atmosferico	⟶	*Urea* e *ammoniaca* provenienti dalla decomposizione degli organismi trasformata in parte in azoto libero dai bacteri *denitrificanti*.

L'organicazione dell'azoto. – L'azoto, sia esso preso allo stato libero o combinato, una volta entrato nell'organismo viene utilizzato per formare le *sostanze proteiche* adoperate come materiale costruttivo (*sostanza formativa*) o messo in riserva per una ulteriore utilizzazione (*sostanze plastiche*).

Non sappiamo come ciò avvenga nè in quale parte della pianta abbia luogo, sebbene si ritenga generalmente che le foglie siano particolarmente adatte alla sintesi delle sostanze albuminoidi, perchè ricche di idrati di carbonio. È probabile che i nitrati si trasformino già non appena assorbiti dalle radici, e vengano ridotti in gruppi *aminici* (NH_2), che, combinandosi con i gruppi *alchilici* (CH_3) od *alcoolici* (CH_2OH, $CHOH$, COH) provenienti dagli zuccheri e dagli alcooli, formino i così detti *amino-acidi*, i quali poi, saldandosi insieme, e condensandosi, con perdita di acqua, formerebbero i *polipeptidi*, i *peptoni* e infine le grosse *micelle colloidali di albumina* (contenenti anche solfo e fosforo).

È probabile che l'aldeide formica abbia molta importanza anche nel senso che coi nitrati può formare *acido cianidrico*, il quale a sua volta è capace di dar luogo alle più svariate sintesi, o anche nel senso di ridurre i nitrati ad ammoniaca, che partecipa alla sintesi degli aminoacidi costituenti le pietre fondamentali delle molecole albuminoidi.

Formazione dei grassi. – Le sostanze grasse sono *eteri composti* formati dalla *glicerina* e da *acidi grassi* prevalentemente *palmitico, stearico, oleico*. Donde deriva la glicerina? Dall'aldeide formica direttamente, o da quella che si può avere dalla fermentazione degli zuccheri, come si ottiene anche in laboratorio? E gli acidi? Pure dagli zuccheri? Può darsi, ma non sappiamo ancora in modo positivo.

Le altre sostanze. – Oltre ai composti fondamentali, si originano chimicamente tutte le altre sostanze che troviamo nelle piante: *glucosidi, tannini, alcaloidi, essenze, profumi, resine*, e moltissime altre che servono agli scopi più diversi: a mantenere *la pressione osmotica* del succo circolante; a difendere la pianta contro i parassiti; ad attirare gli insetti; e ad altri scopi ancora.

Modi speciali di nutrizione.

Parassitismo – Saprofitismo. – Vi è tutta una categoria di piante che, mancando di clorofilla, non possono organicare il carbonio, come fanno le piante verdi; a questa mancanza però suppliscono nutrendosi di sostanze già fabbricate dalle piante verdi; in altre parole vivono a spese di queste

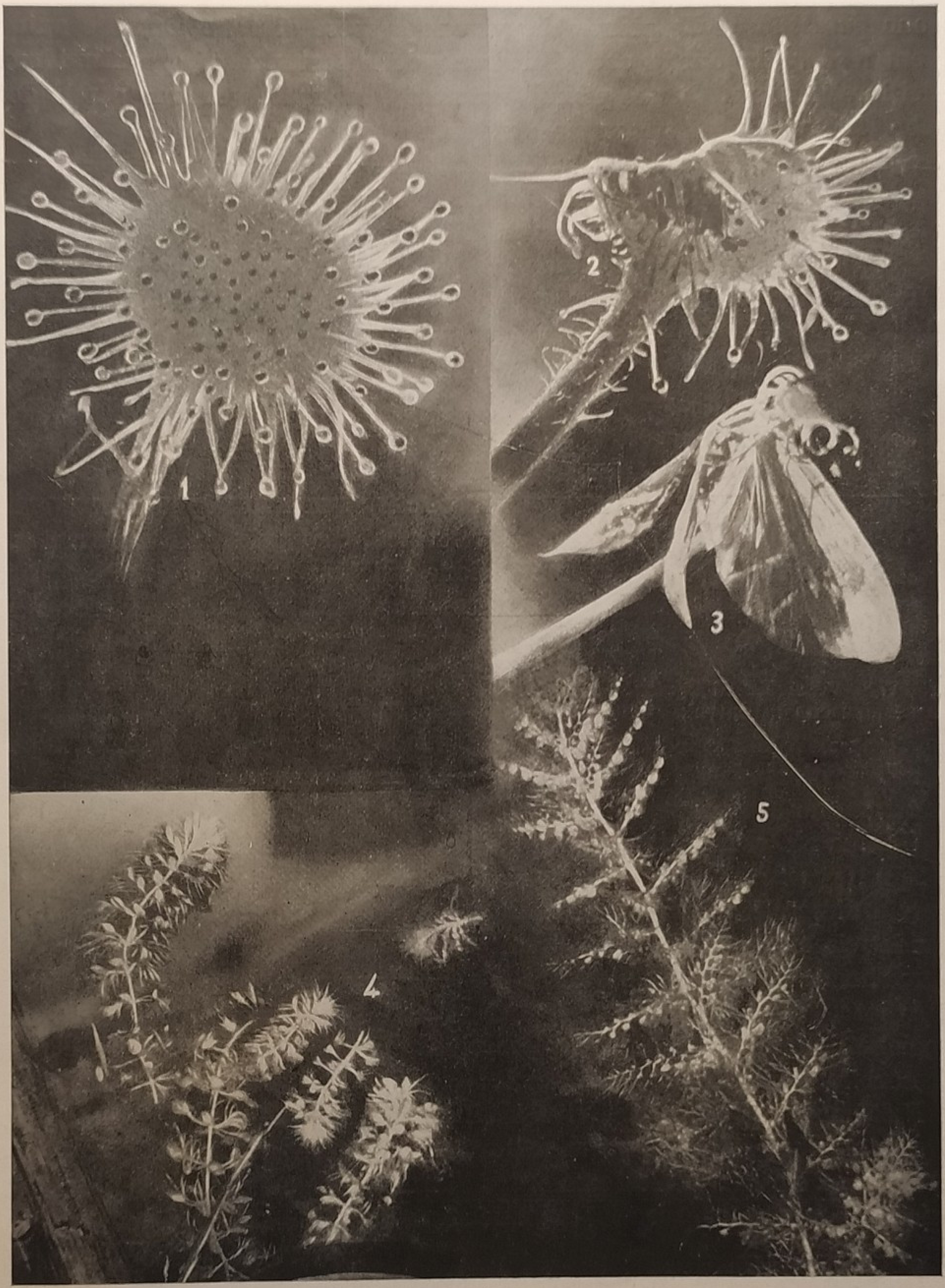


Fig. 276 - Piante carnivore: 1) foglia di *Drosera rotundifolia* - 2, 3) la stessa che ha catturato un insetto - 4) *Aldrovandia vesciculosa* - 5) *Utricularia vulgaris*.

come fanno gli animali. Sono le così dette piante *parassite* o *saprofite*. Si dicono *parassite* quelle piante che vivono a spese di altre piante o animali viventi; *saprofite* quelle che si nutrono delle sostanze di organismi morti o dei loro derivati. Queste piante parassite o saprofite vengono perciò dette anche *eterotrofe* per distinguerle dalle piante verdi od *autotrofe*.

Sono parassiti, ad es., molti funghi, come si è visto nella parte descrittiva, e, tra le Fanerogame, la *Cuscuta* del Trifoglio, l'*Orobanche* e poche altre ancora. Sono saprofiti i funghi che vivono nel sottobosco fra le foglie marcescenti (*Ovuli*, *Boleti*, *Amanite*, ecc.).

Piante carnivore. – Vi sono piante che, vivendo in luoghi acquitrinosi e paludosi, poveri di sostanze azotate, provvedono a integrare la loro alimentazione cibandosi... di insetti. È strana certamente questa inversione di rapporti fra piante e animali, poichè si è visto che in generale sono gli animali che si nutrono delle piante e non viceversa. Si tratta però di una inversione relativa, poichè queste piante, essendo verdi, possono vivere anche autotroficamente. Tuttavia è notevole il fatto che esse posseggono succhi digerenti contenenti *pepsina* analogamente al *succo gastrico* degli animali. D'altra parte esse posseggono anche organi o mezzi speciali per la cattura degli insetti, come si può vedere da qualche esempio.

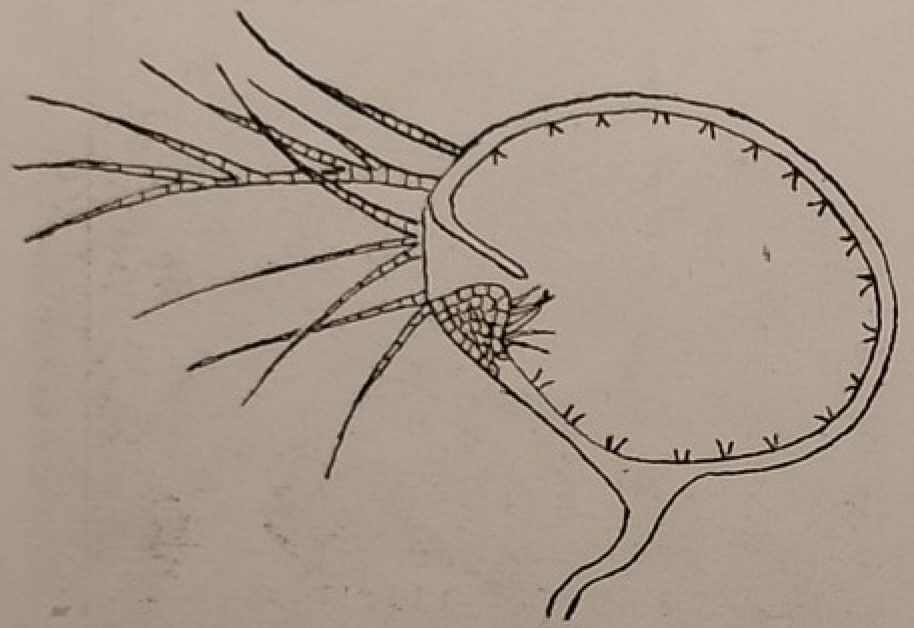


Fig. 277 – Vescicola di *Utricularia* vista in sezione con la valvola semiaperta.

Una pianta carnivora dei paesi nostri è, ad es., la **Drosera** (*Drosera rotundifolia*) (fig. 276). Questa pianta vive nelle torbiere e ha foglie rotonde coperte di setole ghiandolari rosse e lunghe portanti in cima una goccia di liquido vischioso simile a un goccia di rugiada. Se un insetto vi si posa sopra rimane invischiato, e quanto più si agita per liberarsi tanto più rimane impigliato, perchè queste specie di tentacoli si incurvano e lo circondano; e poichè il liquido vischioso ha proprietà digerenti, la carne viene sciolta e assorbita poi dal tessuto fogliare.

Nelle acque degli stagni vive la **Aldrovandia**, e la **Utricularia** (fig. 276) (*Utricularia vulgaris*) che porta delle vescicole grosse munite di una piccola valvola che si apre dall'esterno verso l'interno, ma non viceversa (fig. 277), cosicchè quando un piccolo animale vi entra (ad es. qualche crostaceo) non può più uscirne.

La **Pinguicola** (fig. 278) è un'altra pianta carnivora frequente nei luoghi acquitrinosi, specie delle Alpi. Essa ha foglie disposte a rosetta, lisce e provviste di ghiandole che secernono un umore attaccaticcio, in modo che quando un insetto vi si posa rimane invischiato e poi digerito.

Singolari poi sono certe piante carnivore esotiche come la **Nepente** (fig. 51) e la **Dionea**. La *Nepente* (*Nepenthes*) vive nelle regioni tropicali e ha il picciuolo delle foglie terminante in una specie di bicchiere dall'orio viscido e munito di coperchio (la vera foglia). Il bicchiere è pieno per metà di un liquido acquoso secreto dalla pianta stessa e sull'orlo si trova del nettare che attira gli insetti. Quando questi sono posati sull'orlo per succhiare il nettare, facilmente scivolano in basso e cadono dentro il liquido dove annegano e i loro succhi vengono digeriti. La *Dionea* (*Dionaea muscipula*) celebre pianta dell'America del Nord, ha le foglie suddivise in due parti mobili intorno alla nervatura principale che fa da cerniera e munite di setole tattili che, una volta stimolate, producono la chiusura delle foglie stesse in modo che l'insetto, che sopra si era posato, rimane prigioniero e, al solito, digerito, perchè le foglie contengono molte piccole ghiandole secernenti il succo digerente. Se però il corpo della preda non contiene sostanze azotate, le ghiandole non funzionano e le due metà delle foglie si riaprono.

Fig. 278 - *Pinguicula vulgaris.*

La circolazione della linfa.

L'acqua che viene assorbita delle radici e sale lungo il fusto fino alle foglie costituisce, insieme con i sali minerali in essa disciolti, la così detta *linfa ascendente*. Le sostanze elaborate nella foglia, e che costituiscono il materiale nutritizio destinato alle diverse parti della pianta, formano quel succo speciale che si chiama *linfa discendente*.

La linfa ascendente sale per i *vasi legnosi*, la linfa discendente scende per i *vasi cribrosi*. Si stabilisce così una circolazione continua nell'interno della pianta, che provvede a rifornirla di materiale da elaborarsi, e a distribuire la sostanza elaborata a tutti i tessuti e a tutte le cellule.

Linfa grezza o ascendente. – Che l'acqua assorbita dal terreno salga per i *vasi legnosi* della pianta, si può dimostrare con la seguente esperienza dovuta ad Hales. Si immerge un fusto con rami, tagliato da una pianta, con la parte recisa nell'acqua, e si asporta in uno dei rami, in un punto, un anello di corteccia con gli altri tessuti che circondano il legno, fino a lasciare questo del tutto scoperto. Si vedrà che la parte del ramo superiore

alla zona asportata continua a vegetare bene, segno che l'acqua ha potuto passare per il legno rimasto intatto e salire fino alle foglie (fig. 279).

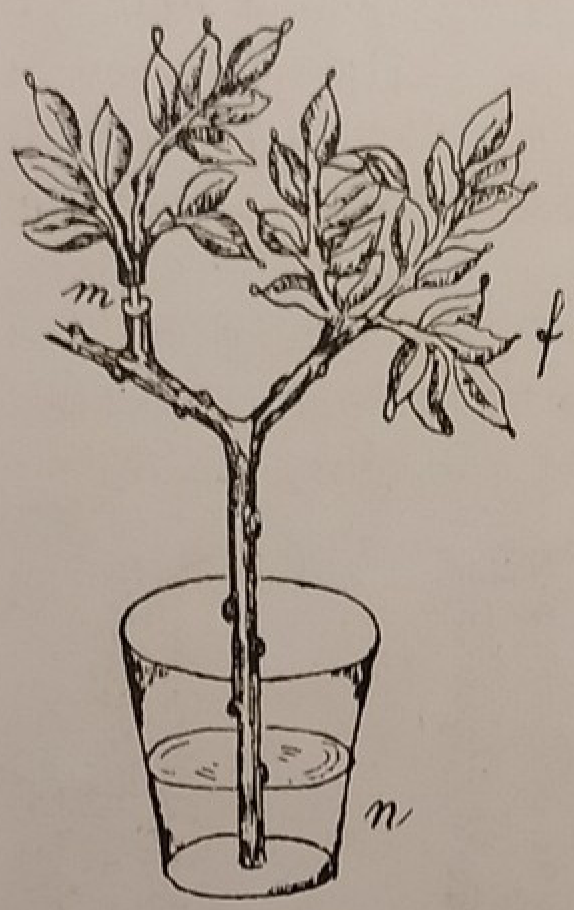


Fig. 279 – Dimostrazione della linfa ascendente per le vie del legno.

m) ramo decorticato - *f*) ramo vivo come quello che si trova sopra al taglio - *n*) acqua.

CAUSE PROBABILI DELLA SALITA DELLA LINFA GREZZA. – Affinchè l'acqua dalle radici passi al fusto e da questo alle foglie sono necessarie delle forze, e delle forze notevolissime, se si pensa che essa deve raggiungere talvolta i 170 metri e più di altezza, come avviene per i giganti del regno vegetale (Sequoie, Eucalipti).

Ora su queste cause poco ancora si sa di sicuro. Una di esse è certamente dovuta alla *pressione osmotica* della radice o *pressione radicale*, la quale agisce dal basso verso l'alto. Infatti la pressione esercitata dalla corteccia della radice sul cilindro centrale è data, da una parte, dalla forza osmotica dei peli assorbenti e degli elementi cellulari sottostanti per cui la linfa grezza è spinta con forza verso l'interno dell'organo, e da un'altra parte dalla tensione di turgescenza che nasce nelle cellule per l'accumularsi del liquido, e che favorisce il passaggio di esso dalle cellule, dove la tensione è maggiore, a quelle più interne dove la tensione è minore.

La *pressione radicale* si può mettere in evidenza con la seguente esperienza (fig. 280). Si taglia trasversalmente un fusto di una pianta in prossimità della radice, e vi si adatta un tubo di vetro a doppio U funzionante da *manometro a mercurio* ad aria libera. Al principio dell'esperienza il mercurio si trova allo stesso livello nei due rami del tubo manometrico, ma presto l'acqua assorbita dalle radici nel terreno viene spinta fuori con forza. Si vede allora a poco a poco il mercurio salire nel ramo libero del manometro. Si può quindi anche misurare il valore della pressione radicale dalla differenza di livello definitiva delle superfici del mercurio nei due rami del manometro. E si è visto così che per certe piante essa è abbastanza notevole: di un'atmosfera e un'atmosfera e mezzo; e questo vorrebbe dire che se invece

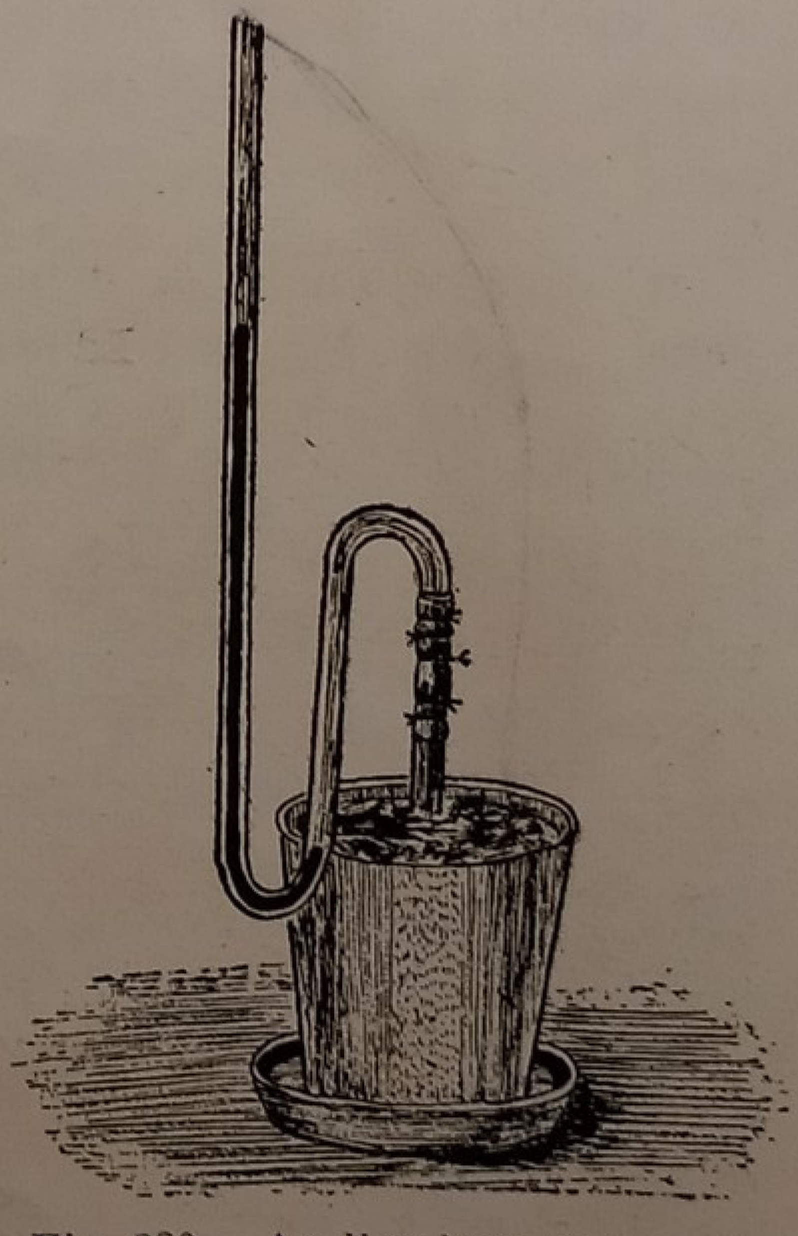


Fig. 280 – Applicazione di un manometro al fusto di una pianta per la misura della pressione radicale.

di mercurio vi fosse acqua, questa salirebbe, per effetto della pressione radicale, fino a quasi 14, 15 metri.

Ma da sola questa forza non è sufficiente a far salire l'acqua fino alle grandi altezze. Occorrono quindi altre forze. Si è detto: entra in giuoco la *forza capillare* dei vasi conduttori. Certo l'attrazione capillare dei vasi sull'acqua fa sollevare questa, ma è ben poca cosa. Piuttosto occorre che l'azione di capillarità venga sollecitata da una continua perdita di acqua alla estremità superiore dei vasi, affinchè si possa produrre una aspirazione dall'alto e quindi una corrente, un movimento di acqua ascendente: questa perdita di acqua si verifica infatti alla superficie delle foglie ed è dovuta alla *traspirazione*. Alla traspirazione quindi spetterebbe nella massima parte la forza ascensionale della linfa. Di essa parleremo fra breve. In ogni modo, tutte queste cause, pur avendo un incontrastato valore, non sono sufficienti a chiarire il fenomeno della salita della linfa grezza fino alle parti più alte della pianta.

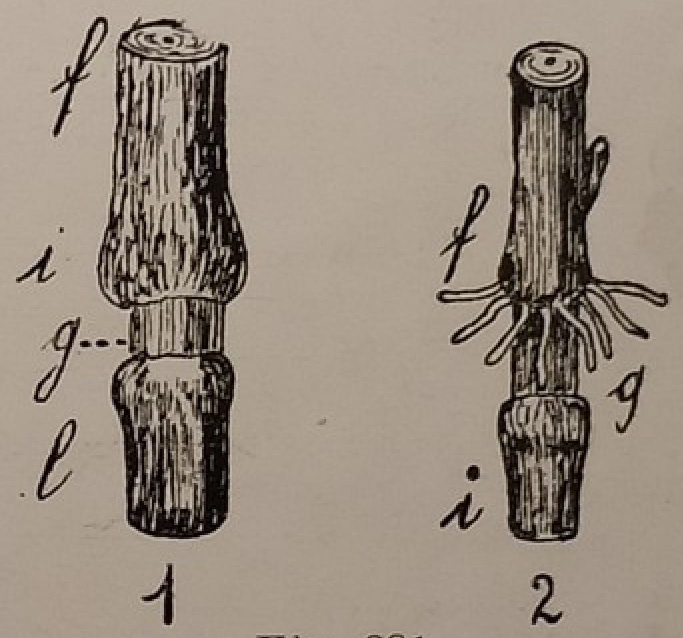


Fig. 281.

1. Ramo di vite nel quale è stato asportato un anello di corteccia: *f*) estremità superiore - *i*) labbro superiore a *g*) legno scoperto - *l*) estremità inferiore.

2. Ramo di salice decorticato: *f*) parte superiore del ramo che ha messo radici avventizie - *g*) legno scoperto - *i*) estremità inferiore.

La linfa elaborata o discendente. – La *linfa elaborata* è data dall'insieme delle varie sostanze alimentari prodotte dall'*organicazione*, le quali vengono quindi messe in circolazione per essere poi utilizzate sia come materiale *formativo* dalle singole cellule, sia come materiale di *riserva*. Perciò ha luogo una migrazione di essa dai luoghi dove si è formata ai luoghi di consumo o di utilizzazione o di deposito; e giacchè è nella foglia dove ha luogo per la maggior parte la formazione di esse, dalla foglia scende questa linfa elaborata. Sono specialmente i *vasi cribrosi* che conducono la linfa, detta anche *discendente* per il suo movimento in basso e in senso longitudinale in prevalenza [1]. Si può con una esperienza dimostrare questo passaggio attraverso i vasi cribrosi. Se si asporta infatti intorno ad un fusto di vite, ad esempio, un anello di corteccia, asportando tutti i tessuti e quindi anche la zona del libro (*floema*) fino a lasciare scoperto il legno, si osserva che col tempo si forma in corrispondenza del labbro superiore del taglio un notevole ingrossamento per il fatto che il decorso della linfa discendente a questo punto si arresta, non potendo più passare, essendo stati recisi e asportati i vasi librosi (fig. 281). Ne segue che la parte superiore del ramo

---

[1] In alcune piante servono a questo trasporto i così detti *vasi* o *tubi laticiferi* contenenti un *latice* ricco di sostanze plastiche. Questo latice bianco o colorato serve anche come materiale di riserva, o a chiudere ferite (caucciù), o a difendere la pianta dal morso di animali, contenendo potenti veleni (alcaloidi).

così tagliato, riceve più copioso nutrimento, guadagna in forza e vigore, mentre le radici non si sviluppano più al di sotto dell'incisione.

Quanto alle cause che spingono la linfa a muoversi entro i vasi cribrosi nulla sappiamo.

Ma soprattutto ci interessa notare alcuni fatti relativi a questa trasmigrazione della linfa elaborata costituita da un succo denso con albumine, idrati di carbonio solubili, ecc. Noi sappiamo che nella foglia si forma *amido* e che questo è costituito da tanti granuli solidi. Come fanno a passare questi granuli attraverso la cellula, per portarsi poi nei vasi cribrosi e di qui passare di nuovo in altre cellule? Evidentemente questo non può avvenire che alla condizione di essere resi solubili. Infatti così avviene; e la solubilità è ottenuta dalla pianta mediante l'intervento di un *enzima* [1]: la *diastasi* che trasforma l'amido in zucchero.

Lo zucchero così emigra, e in parte può essere consumato subito, in parte deve servire per riserva e si accumula negli organi di riserva (semi, tuberi, rizomi, bulbi); non però come zucchero, ma come amido; occorre quindi una nuova trasformazione dello zucchero in amido, anche questa ottenuta per mezzo di enzimi. Quando poi dai semi, tuberi, ecc., l'amido deve rientrare in circolazione per andare ad alimentare le parti della pianta in via di sviluppo che lo richiedono, entra ancora in azione la diastasi e l'amido ritorna zucchero.

La traspirazione.

Si chiama *traspirazione* quel fenomeno per cui la pianta emette acqua allo stato di vapore dalle sue parti esposte all'aria. Qualche volta, ma in proporzioni assai più modeste, l'acqua viene emessa in forma di goccioline liquide, e allora il fenomeno prende il nome di *guttazione*.

La traspirazione determina l'avvizzimento e l'appassimento della pianta se ad essa non viene rifornita nuova acqua, e tutti sanno come basta mettere in bagno nell'acqua rami e fiori recisi e avvizziti per vederli presto riacquistare la loro primitiva freschezza. Nelle piante terrestri la traspirazione si compie specialmente nelle foglie e per mezzo degli stomi.

Si possono fare alcune *esperienze* dimostrative. Si può, ad es., coprire con una campana di vetro un ramo con foglie di una pianta coltivata in vaso, avendo cura di verniciare prima esternamente il vaso e di coprire con un disco di piombo il terriccio al fine di evitare perdita di acqua dal vaso e dal terriccio; si vedrà a poco a poco la parte interna della campana annebbiarsi e coprirsi di goccioline d'acqua dovute alla traspirazione delle foglie.

Si può dimostrare che la traspirazione si compie attraverso gli *stomi*, ricorrendo a una carta da filtro imbevuta nel *cloruro di cobalto* e perciò di colore azzurro.

Se con una simile carta asciutta noi copriamo le due facce di una foglia in traspirazione, osserviamo che mentre in corrispondenza della faccia superiore la carta si mantiene pressochè inalterata, nella parte invece aderente alla faccia

---

[1] Gli *enzimi* sono sostanze, di natura chimica ignota, le quali, con la loro presenza, facilitano una reazione chimica per cui si rendono solubili alcuni composti che altrimenti resterebbero insolubili.

inferiore, dove abbondanti sono gli stomi, essa diventa rosea; tale essendo appunto il cambiamento di colore che subisce il reattivo quando venga a contatto con l'acqua.

L'*intensità* con cui avviene la traspirazione è molto grande. Una semplice esperienza può bastare a confermarcelo. Se prendiamo la pianta che ci ha servito prima, col vaso verniciato, e invece di metterla sotto una campana la mettiamo sul piatto di una bilancia, stabilendo l'equilibrio, già dopo un quarto d'ora cominciamo a notare una perdita di peso sensibile: in capo a un giorno questa perdita può essere di mezzo litro d'acqua, o anche più, secondo la pianta che abbiamo preso in esame.

Fig. 282 – Cereo gigante (*Cereus giganteus*). Pianta della California e del Messico con il fusto allungato e di forma strana (da *Craveri*).

Così si è calcolato, ad es., che una pianta di Girasole, alta circa un metro e mezzo, evapora in una giornata oltre un litro d'acqua. Negli alberi ad alto fusto la perdita di acqua si valuta a cifre altissime. Ad es., un faggio secolare traspira in estate, in media, al giorno 75 litri di acqua, cosicchè se su un ettaro di terreno si trovano 400-600 di questi faggi, l'acqua traspirata in estate sale a 2,4-3,5 milioni di litri con una media giornaliera di 30.000 litri (VON HOEHNEL). Tutto questo vapor d'acqua proveniente dai boschi e dalle foreste che si riversa nell'atmosfera concorre a mantenere umido e temperato il clima, ed è questa una delle tante ragioni per cui si consiglia

Fig. 283 - *Carlina acaulis.*

il rimboschimento nelle regioni che furono private del loro naturale mantello vegetale.

La maggiore o minore intensità della traspirazione è in relazione sia con fattori *esterni* che con fattori *interni* inerenti ai bisogni della pianta.

Tra i fattori *esterni* citeremo: la *temperatura*, l' *umidità*, l' *ampiezza della superficie evaporante*, il *vento*, la *luce*.

La temperatura influisce nel senso che più essa è alta, e più intensa avviene la traspirazione. La traspirazione, in ultima analisi, non è che una *evaporazione*, e tutti sanno, ad es., come le massaie, per fare presto ad asciugare i panni lavati usano esporli al sole e distenderli, aumentando con questo la superficie evaporante; tutti sanno come i panni e la biancheria si asciughino più presto quando l'aria è secca e tira vento che quando vi è umidità e l'aria è calma. Infatti l'aria satura di vapor d'acqua impedisce una ulteriore evaporazione, mentre il vento, spazzando via questo vapore, rinnova l'emissione di altro. Anche la luce agisce sulle piante nel senso di favorire la traspirazione.

Tra i fattori *interni* sono da ricordare tutte quelle disposizioni e strutture degli organi della pianta che valgono ad accelerare o ritardare o impedire del tutto la traspirazione.

Si possono distinguere a questo proposito le piante di tipo così detto *xerofilo*, vale a dire adattate a vivere nei climi secchi e le piante di tipo *igrofilo* proprie dei luoghi umidi.

In una pianta di tipo xerofilo, come sarebbe ad es., il Fico d' India, l'Euforbia, il Cereus, ecc. (fig. 282), si osserva anzitutto la riduzione della superficie fogliare al punto che le foglie sono ridotte a spine, evitandosi così la perdita di acqua della quale queste piante hanno tanto bisogno, poichè vivono esposte continuamente al pericolo del disseccamento. La poca acqua che esse riescono a sottrarre al terreno la conservano gelosamente entro il fusto, il quale perciò s'ingrossa, perchè, sembra un paradosso, è pieno di acqua!

D'altra parte il fusto di queste piante è di color verde e contiene clorofilla, adempiendo esso alla funzione clorofilliana; la quale cosa si comprende dal momento che la foglia ridotta a uno spino non può più funzionare da organo fotosintetico.

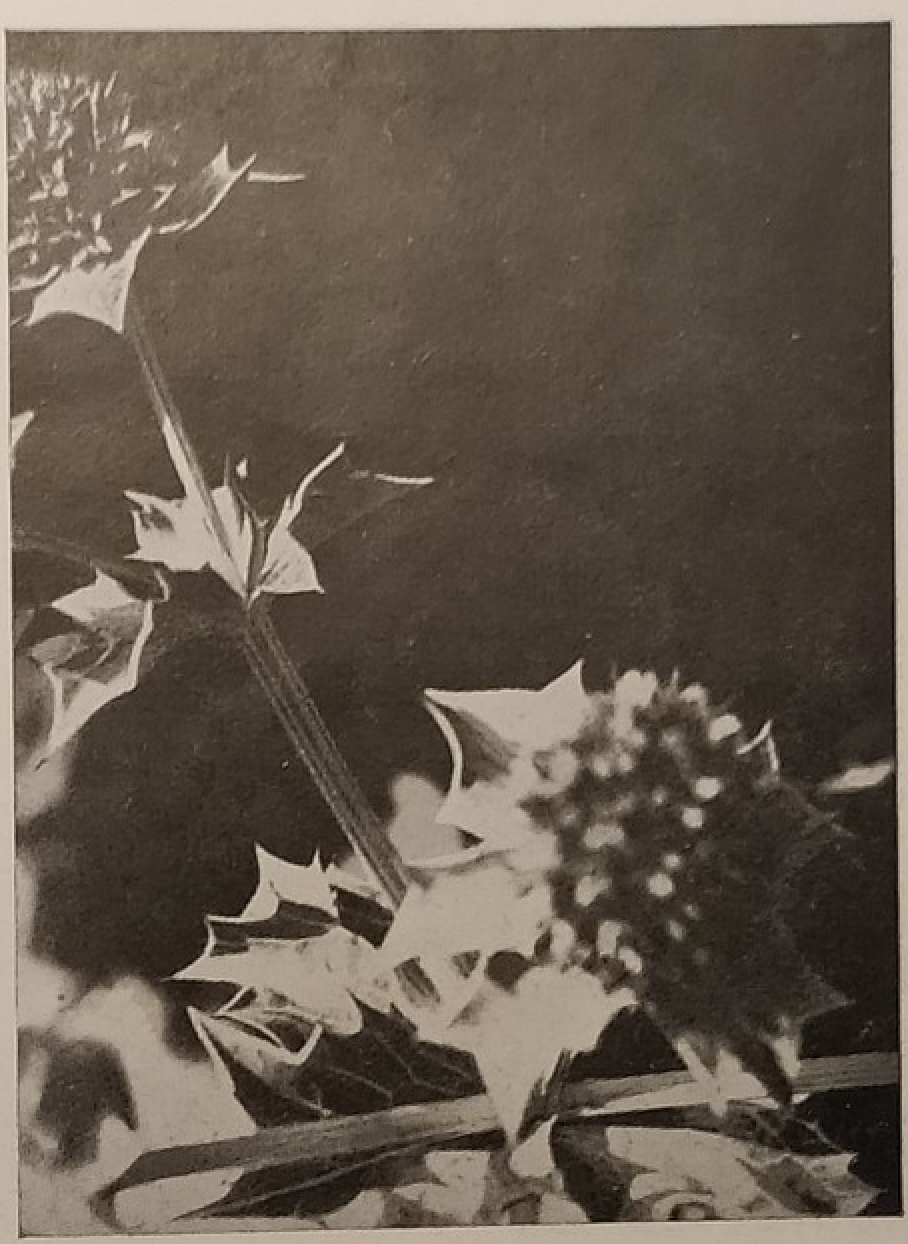


Fig. 284 – *Eryngium maritimum* (*fot orig.*).

Anche le piante dei luoghi alti di montagna sono adattate a un ambiente xerofilo, e perciò si difendono contro la rapida evaporazione causata dai forti venti mediante rivestimenti pelosi, come l'Edelweis o Stella alpina, o mediante foglie ridotte di superficie, come si ha nei Pini, Abeti e altre Conifere, o divise in piccoli lobi dentati e spinosi (fig. 283). Così pure le piante delle spiagge marine e delle regioni desertiche resistono ai venti disseccanti, con foglie rivestite di cuticole durissime e resistenti (figg. 284, 285, 286).

Nelle piante di tipo igrofilo la superficie fogliare è invece molto larga, e la cuticola che ricopre le cellule dell'epidermide è sottile e rivestita di cera, per cui il lembo è imbagnabile; vivendo in ambienti umidi, come nel sottobosco o negli acquitrini, queste piante possono infatti permettersi il lusso di perdere quanta acqua vogliono perchè sempre ne hanno a loro disposizione.

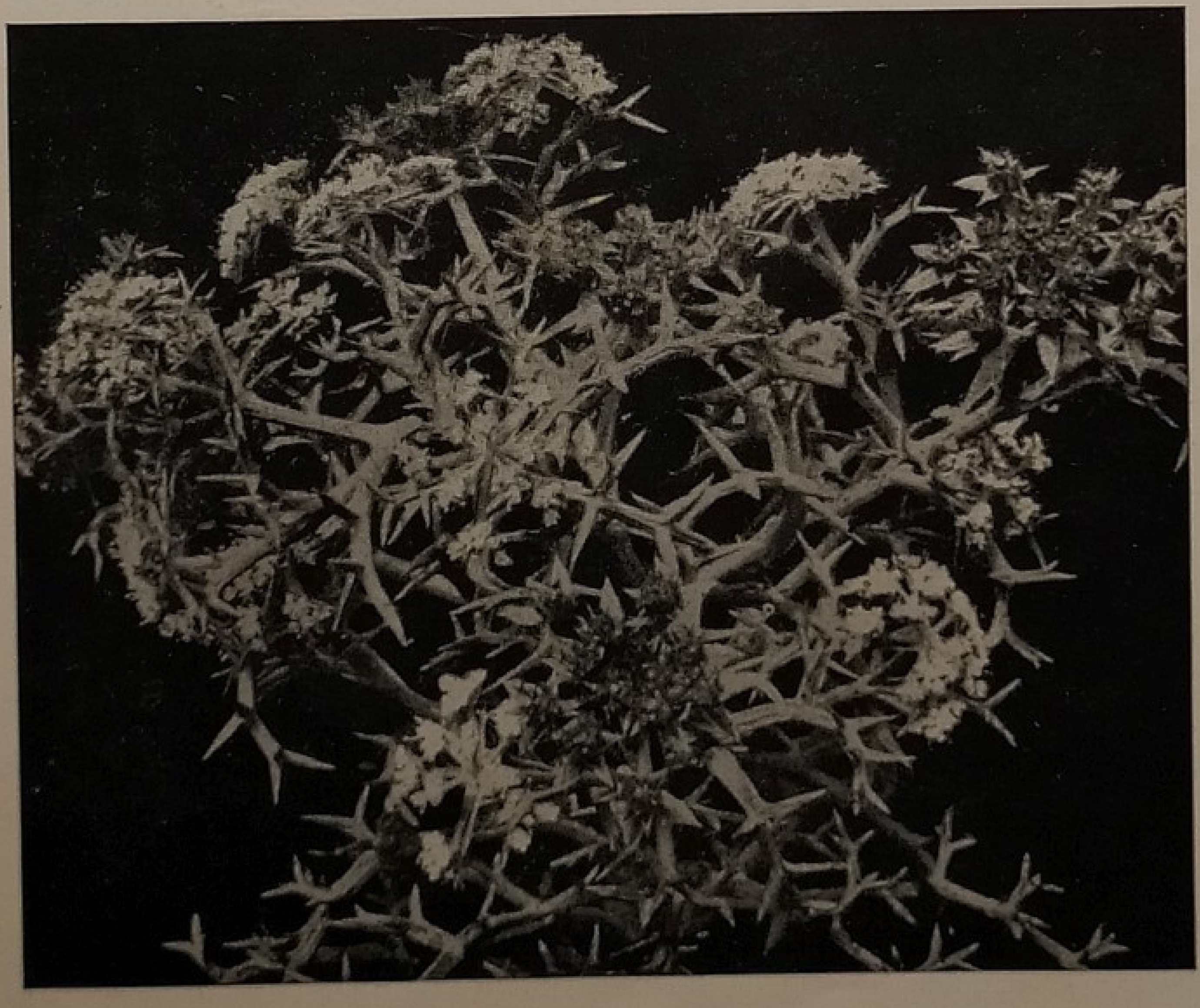


Fig. 285 – *Echinofora spinosa.* Ombrellifera dei luoghi sabbiosi.

D'altra parte occorre che la pianta si difenda da ogni variazione esterna che potrebbe riuscire fatale per la sua esistenza. Di notte la traspirazione deve essere evitata; le foglie dell' Acacia, ad es., verso sera si piegano

Fig. 286 – La Rosa di Gerico (*Anastatica hierochuntica*).

le une contro le altre assumendo la così detta *posizione di sonno*. In tal modo le pagine inferiori delle due foglie opposte vengono a combaciare e si evita così la perdita di acqua. Al sopravvenire dell'inverno poi, nei nostri climi, le piante perdono le foglie, e ciò è ancora in relazione con la traspirazione. La caduta delle foglie impedisce completamente la perdita di acqua, e con essa la circolazione di questa entro il fusto; d'inverno i vasi conduttori non funzionano; l'assenza di acqua nei vasi è provvidenziale, perchè se essi contenessero acqua, e questa gelasse col freddo, si provocherebbe la lacerazione dei tessuti e la pianta sarebbe destinata a morire.

Significato della traspirazione. – La continua ed intensa perdita di acqua che avviene dalle parti superficiali della pianta quale utilità procura alla pianta stessa? Si pensi a quanto si è detto a proposito della nutrizione e della linfa ascendente. L'acqua porta con sè i sali del terreno necessari per formare tutte le sostanze alimentari. Ma questi sali sono in quantità minima, giacchè l'acqua del terreno è una soluzione diluitissima, e occorre quindi un continuo apporto di essa alle foglie affinchè vengano a concentrarsi in quantità sufficiente ai bisogni; di qui la necessità che si stabilisca una circolazione sempre attiva, e a questo provvede appunto la traspirazione. Inoltre sottraendo acqua ai vasi conduttori viene a determinarsi in essi una *forza ascensionale* alla quale è dovuta in gran parte la salita della linfa grezza.

Fig. 287 – *Alchemilla vulgaris* L.

Guttazione. – Quando l'atmosfera è satura di vapori gli stomi si chiu-

dono e la traspirazione è sospesa. Nei nostri climi questo si verifica di notte, ma specialmente nelle prime ore del giorno. In questo caso molte piante eliminano acqua sotto forma liquida. Non è difficile osservare, camminando su di un prato di mattina presto, le foglie dell'*Alchemilla* (fig. 287) tutte piene di goccioline disposte lungo i margini dentellati della foglia, e che si potrebbero scambiare per gocciole di rugiada. A tale fenomeno è stato dato il nome di *guttazione*.

La guttazione si compie mediante organi speciali detti *idatodi*, i quali spesso non sono altro che stomi che rimangono sempre aperti.

In alcune piante, come le *Sassifraghe*, si nota il formarsi di incrostazioni calcaree nelle parti corrispondenti a questa emissione di acqua; l'acqua infatti proveniente dall'interno della pianta contiene bicarbonato di calcio solubile che si trasforma in carbonato insolubile per evaporazione di essa all'aria. Anche la guttazione serve, come la traspirazione, alla concentrazione dei sali nutritizi.

La respirazione.

Le sostanze alimentari che la pianta ha fabbricato da sè, e delle quali abbiamo parlato nei capitoli precedenti, non hanno tutte il medesimo valore, nè vengono utilizzate per i medesimi scopi. Alcune di esse infatti vengono *assimilate*, ossia trasformate in sostanza vivente protoplasmatica, e servono quindi come materiale da costruzione; altre vengono messe in *riserva*; altre infine vengono *bruciate*, ossia servono come materiale combustibile affinchè la pianta possa trarre da esse *energia calorifica*. La pianta ha bisogno di questa energia calorifica non solo per mantenere nel corpo una certa temperatura, senza la quale non potrebbero compiersi le diverse funzioni vitali, ma anche per poter trasformare questa energia in energia *meccanica* o *chimica*, o anche, in alcuni casi, *luminosa* ed *elettrica*.

Tutto ciò avviene anche negli animali; e come negli animali, anche nelle piante l'energia di combustione non è dovuta ad altro che ad una *ossidazione*; perciò le piante introducono *ossigeno* dall'atmosfera e nell'atmosfera rimandano i prodotti di questa ossidazione: *anidride carbonica ed acqua*; come materiale da bruciare servono, di preferenza, gli *zuccheri*, proprio come avviene per gli animali.

Le piante insomma *respirano* anch'esse, e la *respirazione* loro non differisce sostanzialmente da quella degli animali, sebbene si compia con minore intensità.

A differenza però degli animali, le piante non hanno polmoni nè organi respiratori particolarmente adatti a questa funzione; *ma tutte le parti della pianta respirano*; quindi non solo le foglie, ma il fusto, la radice, i fiori, i frutti ed i semi. Esse prendono l'aria attraverso gli stomi, le lenticelle e la cuticola, e quest'aria si diffonde mediante gli spazî intercellulari attraverso tutto il corpo.

Si può provare l'esistenza della respirazione nelle piante mediante opportuni *esperimenti*.

Uno di questi consiste nel mettere in un recipiente cilindrico di vetro una piantina o alcuni semi germoglianti; si chiude per un giorno la bocca del vaso e si esamina poi l'aria contenuta in esso (fig. 288). Per far ciò basta introdurre nel recipiente una candela accesa: si vede che questa subito si spegne; segno è che nell'aria c'è molta anidride carbonica e quasi niente ossigeno: i semi respirando hanno preso l'*ossigeno* e hanno emesso l'*anidride carbonica*.

Fig. 288 – Introducendo una candela accesa in un vaso ove siano rimasti chiusi per qualche tempo semi in germogliazione, vediamo spegnersi la candela per la presenza di anidride carbonica e la mancanza di ossigeno.

Un'altra esperienza consiste in questo. Entro un pallone di vetro si mettono, ad es., alcuni fiori in boccio, e si rovescia il pallone, munito di un lungo collo, su di una bacinella contenente mercurio in modo che l'estremità inferiore del collo peschi nel mercurio della bacinella. Mediante un tubo di vetro ricurvo si ha cura di introdurre una soluzione di *potassa caustica* entro il collo del pallone in modo che la soluzione rimanga sopra al mercurio (fig. 289).

I fiori, respirando, prendono l'ossigeno dall'aria contenuta nel pallone ed emettono anidride carbonica; ma l'anidride carbonica, in presenza della soluzione di potassa, si combina con questa formando *carbonato di potassio* e *acqua*; cosicchè man mano che si forma l'anidride carbonica, questa viene sottratta dall'interno del pallone; il volume d'aria perciò diminuisce, e noi vedremo quindi il mercurio, a causa della pressione atmosferica esterna, salire lungo il collo del pallone e fermarsi ad una certa altezza.

Terminata l'esperienza possiamo constatare che il volume d'aria nell'interno del pallone è diminuito di un quinto; ossia che nell'aria non è rimasto altro che azoto, essendosi, per ogni volume di ossigeno assorbito, emesso un egual volume di acido carbonico poichè una molecola di CO_2 gassosa occupa lo stesso volume di una molecola di

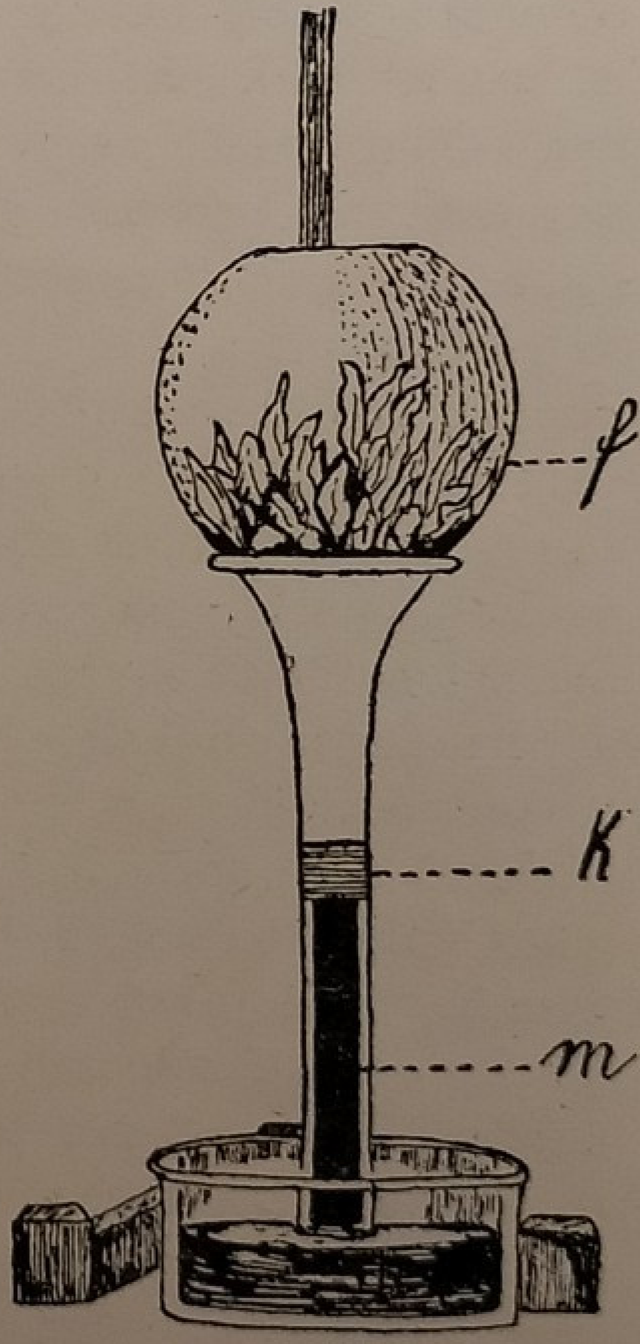


Fig. 289 – Apparecchio per la dimostrazione della respirazione nelle piante.

f) fiori - *k*) potassa - *m*) mercurio.

ossigeno (O_2). Il *quoziente respiratorio* (rapporto fra il gas emesso e quello assorbito) è dunque uguale all'unità: $CO_2 : O_2 = 1$.

Non sempre però questo quoziente è uguale all'unità; anzi si osservano, per lo più, piccole deviazioni da questo rapporto, specialmente nei semi oleosi e nelle foglie di certe piante grasse; ciò deriva dal fatto che, anzichè zucchero, in questi casi viene bruciato di preferenza il *grasso*, sostanza molto più povera di ossigeno dello zucchero [1].

Un fatto che viene subito rilevato da quanto abbiamo detto fino ad ora è che mentre nella respirazione la pianta prende ossigeno ed emette anidride carbonica, nella funzione *clorofilliana* invece avviene l'opposto: la pianta prende anidride carbonica ed emette ossigeno. Ma che i due processi vitali esistano insieme nella pianta e siano del tutto indipendenti l'uno dall'altro ci è provato da opportune esperienze. Se, come fece il BERNARD ed altri, si riesce a sospendere la funzione clorofilliana, la respirazione si mostra allora in tutta la sua evidenza. Occorre *sospendere* la suddetta funzione, perchè altrimenti, essendo questa più intensa della respirazione, accade che viene assorbita più anidride carbonica di quel che non ne sia emessa, ed emesso più ossigeno di quanto ne sia assorbito, ed in conseguenza il processo della respirazione viene ad essere *mascherato* dal processo inverso. Infatti è questa la ragione per cui gli antichi non erano riusciti a rendersi ben conto della coesistenza dei due processi nella pianta, e credevano che durante il giorno la respirazione nelle piante fosse sospesa mentre funzionasse soltanto di notte. Cosa assurda poichè sappiamo che un organismo vivente non può fare a meno della respirazione neppure per pochi minuti, mentre viceversa può sopportare anche a lungo il digiuno.

Di notte, si comprende, essendo, per mancanza di luce, sospesa la funzione clorofilliana, la respirazione si manifesta in tutta la sua evidenza.

Per questo è pericoloso dormire in una stanza chiusa dove si trovino moltissimi fiori, poichè l'aria si impoverisce sempre più di ossigeno, mentre si carica di acido carbonico. È igienico invece respirare di pieno giorno sotto i boschi e le foreste, giacchè gli alberi arricchiscono l'aria di molto ossigeno.

Dove vivono insieme piante e animali, come nelle acque dei maceri e degli stagni, si stabilisce invece un reciproco accordo; poichè mentre gli animali producono, in conseguenza della respirazione, molta anidride carbonica e utilizzano l'ossigeno, le piante emettono l'ossigeno e utilizzano l'anidride carbonica per la loro nutrizione. Se mancassero le piante anche la vita degli animali si renderebbe impossibile perchè l'aria si arricchirebbe di acido carbonico a tal punto da non consentire più la respirazione.

---

[1] Nelle *Crassulacee* l'anidride carbonica (CO_2) è in quantità minore dell'ossigeno assorbito perchè la maggior parte di essa serve a fabbricare acidi organici i quali rappresentano per le piante una riserva di anidride carbonica che non possono prendere dall'aria, come fanno le altre piante, con altrettanta facilità, data la loro costituzione che limita assai gli scambi gassosi con l'esterno.

Modi speciali di respirazione. – Si è visto che il materiale che viene ossidato normalmente dalla pianta è lo *zucchero* e che in altri casi è il *grasso* (come nei semi oleosi).

Ora vi sono piante come i *Bacteri della putrefazione* che utilizzano anche le sostanze *azotate*; mentre infine altri bacteri utilizzano sostanze inorganiche, *ammoniaca, zolfo, ferro.*

I *Bacteri nitrificanti* utilizzano l'*ammoniaca* proveniente dalle sostanze organiche in decomposizione poichè la ossidano ad *acido nitroso* e *nitrico,* come si disse già in precedenza.

I *Solfobacteri* si trovano nelle sorgenti di acque solforose e ossidano l'*idrogeno solforato* in *solfo,* con ulteriore formazione di *acido solforico* e secrezione di *solfato di calcio* (gesso).

I *Ferrobacteri* ossidano il *solfato ferroso* in *ossido idrato di ferro* che poi si deposita sul fondo delle acque paludose dove essi vivono.

Piante anaerobie. – Tutte le piante delle quali abbiamo parlato fino ad ora sono *aerobie,* ossia utilizzano l'ossigeno dell'aria. Ora vi sono piante *anaerobie,* vale a dire che possono fare a meno dell'ossigeno dell'aria. Questo non deve recarci sorpresa giacchè, in ultima analisi, qual'è il significato vero della respirazione? È quello, come già sappiamo, di *ricavare energia,* la quale serve non solo a mantenere una certa temperatura nel corpo, ma può essere anche utilizzata dalla pianta nei modi più diversi. Quindi se un organismo trova modo di procurarsi energia *anche senza ricorrere all'ossigeno dell'aria,* esso può vivere egualmente bene. Organismi così fatti esistono e sono quelli che sono capaci di procurarsi energia *decomponendo sostanze organiche,* come, ad es., gli *zuccheri.* Così fanno i *Saccaromiceti,* funghi microscopici che producono la trasformazione del mosto d'uva in vino. Essi, in mancanza di ossigeno, scompongono lo zucchero d'uva (*glucosio*) in *alcool etilico* e in *anidride carbonica,* liberando così energia. La scomposizione avviene perchè essi possiedono nel loro corpo un *enzima* adatto. Questa energia che così si libera *è sufficiente ad essi per svilupparsi e moltiplicarsi.* Il processo suddetto è conosciuto col nome di *fermentazione alcoolica.*

Respirazione intramolecolare. – La respirazione degli zuccheri, come nell'esempio precedente, è possibile anche negli organismi *aerobi* allorchè essi vengono a trovarsi in ambiente *privo di ossigeno.* In tali condizioni, per qualche tempo, infatti, essi emettono *anidride carbonica,* dovuta alla scomposizione *dello zucchero che contengono già entro il loro corpo.* Ma poi dopo qualche tempo muoiono perchè questa energia non è sufficiente per i loro bisogni vitali.

A tale specie di respirazione si è dato il nome di *respirazione intramolecolare.* Essa sembra essere del resto niente altro che la prima fase della respirazione aerobia; giacchè in un primo tempo lo zucchero verrebbe decomposto in alcool e anidride carbonica, in un secondo tempo l'alcool viene ossidato con l'ossigeno dell'aria e produzione di anidride carbonica; gli organismi aerobi svolgono interamente il processo di riduzione e di ossidazione; negli organismi anaerobi invece la respirazione si ferma, per così dire, alla respirazione intramolecolare.

Sviluppo di calore e di luce. – La respirazione, come si è già detto, produce calore. Se le piante non si riscaldano in modo sensibile ciò dipende dal fatto che il processo non è molto intenso, e soprattutto dal fatto che le piante traspirano molto, e la traspirazione sottrae grande quantità di calore. Ma vi sono casi nei quali lo sviluppo di calore è notevolissimo, come, ad es., nella *fermentazione alcoolica* e, specialmente, in quella del *fieno* e del *cotone umido* ammucchiati e abbandonati a sè stessi, tanto che queste sostanze finiscono talvolta con l'accendersi spontaneamente.

Un riscaldamento notevole si ha pure nei *semi germoglianti* e nelle *infio-*

rescenze di certe piante come, ad es., il Gigaro (*Arum maculatum*). La infiorescenza di questa pianta è circondata da una larga brattea che l'avvolge a guisa di cartoccio; introducendo in essa un termometro si può notare un aumento di temperatura di 10°-20° C.

Anche conservando in bottiglie thermos fiori e foglie, si possono raggiungere temperature fino a 40°-50° C.

Luce. – Alcune piante emettono *luce fosforescente*, come certi funghi parassiti degli alberi e certi bacteri che si sviluppano sui pesci morti e sulle carni macellate.

Assimilazione e disassimilazione. Bilancio organico. Escrezione e secrezione.

Utilizzazione delle sostanze alimentari. – Abbiamo già varie volte accennato al fatto che le sostanze alimentari fabbricate dalla pianta servono a molteplici scopi.

Anzitutto esse servono a costruire nuova sostanza vivente protoplasmatica e questo processo che si compie dal protoplasma delle cellule viene detto della *assimilazione*, cioè trasformazione in sostanza *simile* a sè stessa. Mediante questo processo non solo si formano nuove cellule durante i fenomeni di accrescimento dei varî organi della pianta, ma viene riparato anche alle perdite derivate dal processo contrario detto della *disassimilazione*, cioè della disintegrazione del materiale protoplasmatico vecchio e logoro o comunque reso inservibile.

In secondo luogo le sostanze alimentari vengono messe in *riserva* per essere poi utilizzate al momento opportuno. Così, ad es., l'*amido* accumulato nei semi, nei tuberi, nei rizomi; lo *zucchero* nella barbabietola. Infine le sostanze alimentari servono come sostanze *energetiche*, atte cioè a fornire *energia* mediante i processi *ossidativi* o *respiratori*.

Bilancio organico. – La sostanza vivente è caratterizzata da questo continuo *ricambio materiale ed energetico* che si compie con ritmo incessante ed intenso; la cessazione di esso significa la *morte* della cellula e dell'intero organismo. Si chiama *metabolismo* il ricambio materiale, e si distingue in esso la fase *anabolica* o costruttiva e la fase *catabolica* o distruttiva.

Il *rapporto fra il catabolismo e l'anabolismo* si chiama *bilancio organico*. Il bilancio organico può essere *attivo*, *in equilibrio*, *passivo*. È *attivo* quando l'assimilazione prevale sulla disassimilazione, e ciò avviene normalmente allorchè l'organismo è in via di sviluppo e di accrescimento; è in *equilibrio* quando vi ha compenso fra i due processi; è *passivo* quando la disassimilazione prevale sulla assimilazione, come si verifica nel deperimento e nella vecchiaia.

Escrezione e secrezione. – In seguito ai processi chimici che hanno luogo nella cellula in relazione con il ricambio organico materiale ed energetico

si formano *sostanze di rifiuto* che devono essere eliminate, altrimenti costituirebbero un ostacolo all'attività vitale della cellula stessa. Queste sostanze vengono dette di *escrezione*, e tali sono, ad es., l'*anidride carbonica* proveniente dalla respirazione; acidi diversi (*acido ossalico, fosfati acidi*); *veleni* e *sostanze inerti* che vengono eliminati dalla pianta da parti diverse del corpo, in ispecie dalle foglie all'epoca della loro caduta, vale a dire prima che la pianta si appresti al riposo invernale nei nostri paesi o estivo nei paesi tropicali.

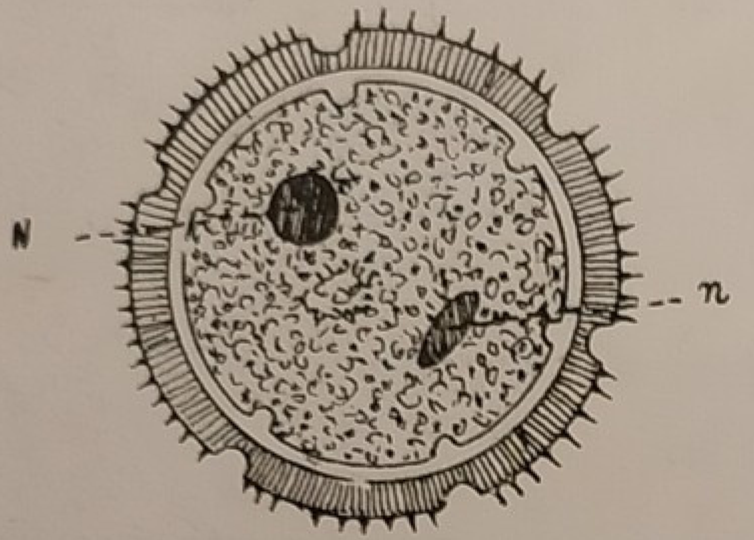


Fig. 290 – Sezione trasversa d'un granello di polline di *Mentha aquatica*: *N*) nucleo vegetativo - *n*) nucleo riproduttore.

Ma le cellule elaborano anche una quantità di altre sostanze che sono *utili*, e perciò non vengono eliminate ma rimangono nell'interno del corpo o alla superficie di esso a compiere funzioni molteplici e talvolta importantissime. Queste sostanze sono dette di *secrezione*. Tali, ad es., il nèttare dei fiori, le gomme che coprono le gemme invernali di certe piante, le resine, le essenze, i balsami, i latici, gli alcaloidi e altre molte.

Le gomme, le resine e i latici servono a chiudere ferite; il nettare, le essenze attraggono al fiore gli insetti; gli alcaloidi, sostanze velenosissime, tengono lontano gli animali erbivori dalla pianta o, secondo altri, servono come eccitanti o stimolanti per il prodursi di certe reazioni chimiche.

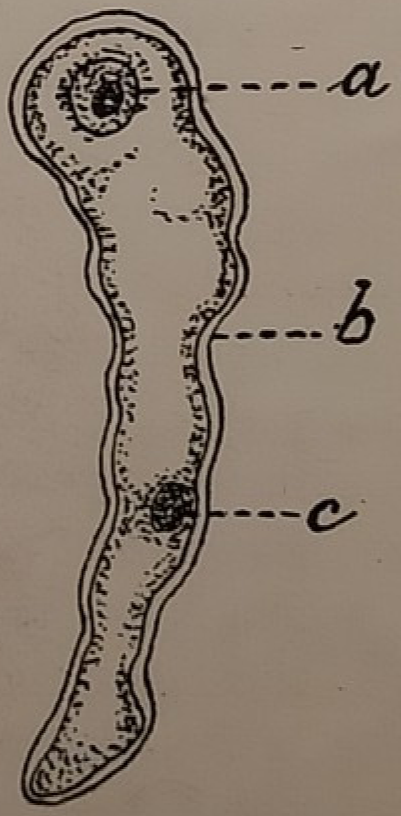


Fig 291 – Granello di polline che ha emesso il suo tubo pollinico (*b*).

a) cellula generatrice degli anterozoi - *c*) nucleo vegetativo.

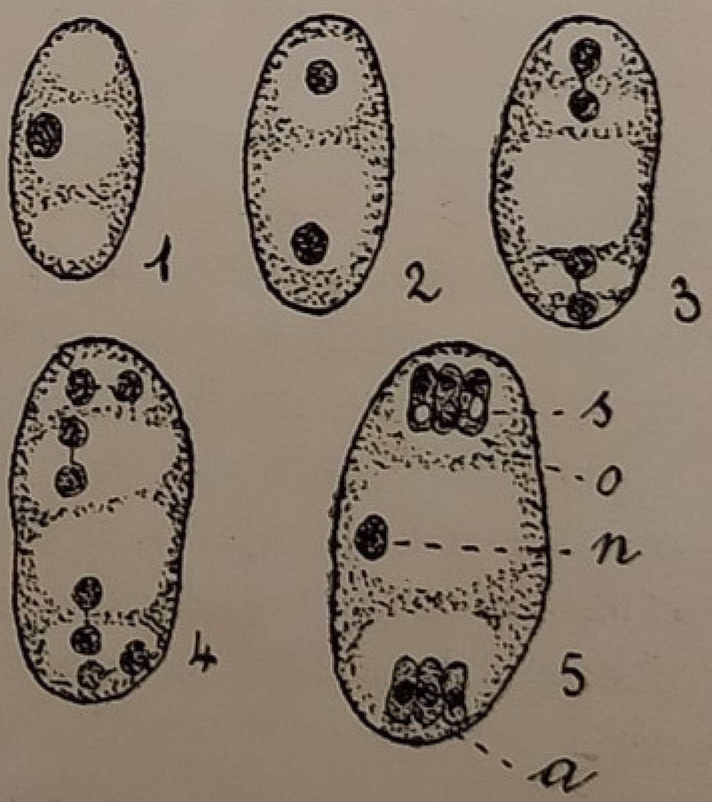


Fig. 292 – 1, 2, 3, 4, 5) Stadi successivi della divisione del nucleo del sacco embrionale in 8 nuclei.

s) sinergidi - *o*) oosfera - *a*) antipodi - *n*) nucleo secondario.

LA RIPRODUZIONE NELLE FANEROGAME

Sappiamo che organo della riproduzione è il *fiore* in quanto esso è formato dagli stami contenenti il *polline* e dai pistilli contenenti gli *ovuli*. Vogliamo ora vedere la struttura anatomica del granello pollinico e dell'ovulo, e vedere in che consiste la *fecondazione* e in che modo essa si compie.

Il polline. – Un granello di polline di una pianta è normalmente così costituito: una membrana esterna detta *esina* munita di rilievi o liscia;

una seconda membrana interna alla prima detta *endina*; un contenuto protoplasmatico con grosso nucleo (fig. 290).

L'ovulo. – Nell'ovulo si distingue: una membrana interna detta *secondina* e una esterna detta *primina*; questi involucri circondano una massa cellulare: la *nocella* entro cui sta una grossa cellula con nucleo: il *sacco embrionale*. L'ovulo si attacca alla *placenta* per mezzo di un piccolo cordone detto *funicolo*. All'estremità opposta e libera gli involucri lasciano una piccola apertura: il *micropilo* (fig. 293).

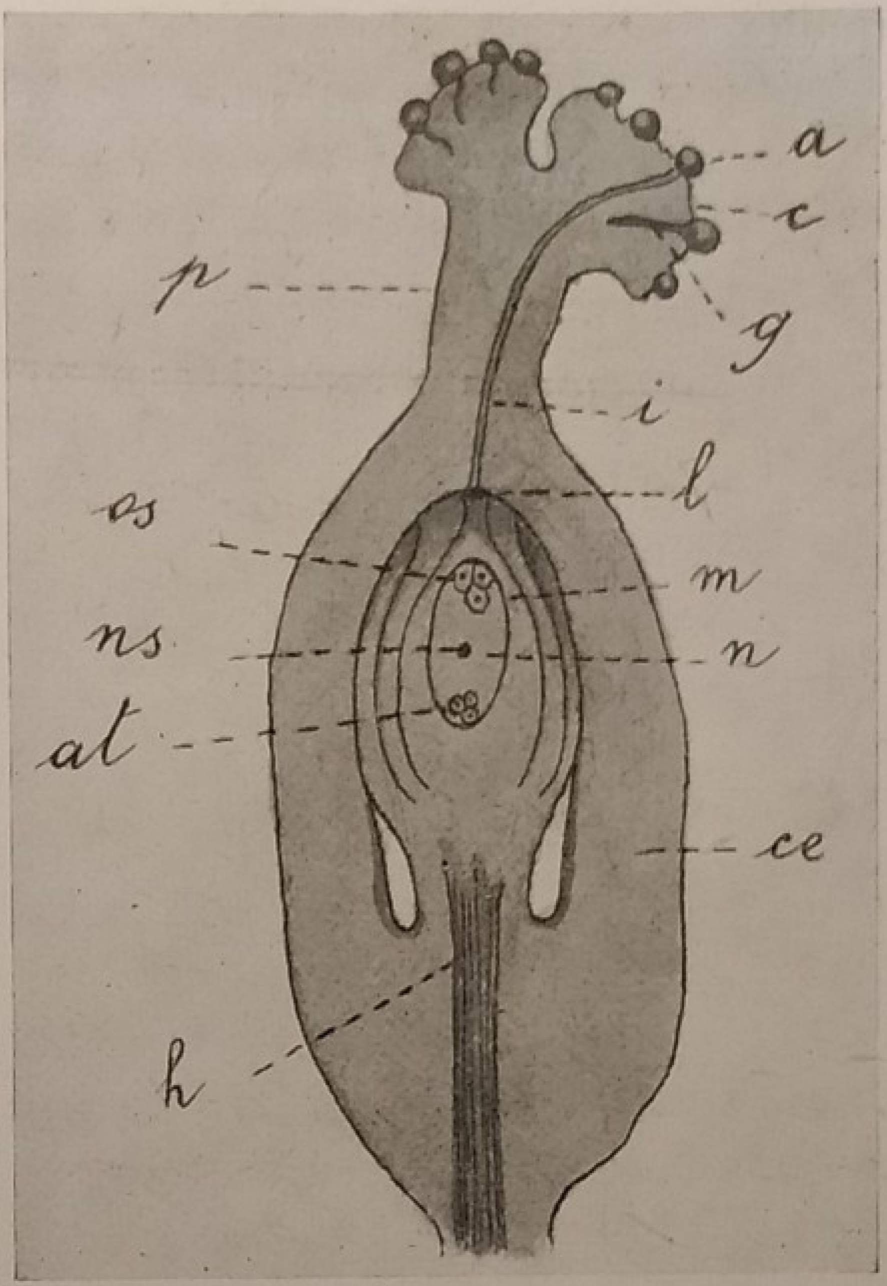


Fig. 293 – Sezione di pistillo. Fecondazione dell'ovulo.

c) stigma del pistillo - *p*) suo stilo - *ce*) parete dell'ovario - *h*) *calaza* o parte superiore del funicolo che si confonde con la regione basale dell'*ovulo*. In questo si distingue: *m*) la *nocella* racchiusa dai due tegumenti interno (*secondina*) ed esterno (*primina*) - *n*) il sacco embrionale - *l*) il micropilo. Nel sacco embrionale si notano: *os*) le due *sinergidi* con l'*oosfera* in mezzo e in basso - *at*) le cellule *antipodi* - *ns*) il *nucleo secondario* - *g*) granello di polline che ha iniziato la formazione del budello pollinico - *a*) granello di polline con budello pollinico giunto a contatto col micropilo.

Fecondazione. – La fecondazione è preceduta dai così detti fenomeni di *maturazione* del polline e dell'ovulo. Allorchè il *polline* si è posato sullo stigma del pistillo, la membrana esterna, per assorbimento degli umori dello stigma da parte del granello, che si gonfia, finisce col rompersi od aprirsi in alcuni punti, attraverso i quali si protende fuori l'*endina* che si sviluppa subito in un lungo *budello pollinico*, il quale va a mettersi in comunicazione col *micropilo* dell'ovulo. Ma già entro il sacco pollinico il grosso nucleo del granello di polline si era diviso in due: uno detto *nucleo vegetativo* e uno detto *nucleo riproduttivo*. Perciò quando il polline germoglia sullo stigma, il primo si avvia dentro il budello e il secondo gli tiene dietro; ma mentre il nucleo vegetativo verrà poi riassorbito e scomparirà, il nucleo riproduttivo si suddivide in altri due nuclei a forma di filamenti contorti, che sono detti *anterozoi* (fig. 291). Mentre queste trasformazioni avvengono nel polline anche l'*ovulo* matura (fig. 292).

Il nucleo del sacco embrionale si divide da prima in due, poi in quattro, poi in otto nuclei. Quattro di questi nuclei si portano all'estremità superiore e quattro all'estremità inferiore del sacco embrionale; ma poi, uno di sopra e uno di sotto, si portano di nuovo nel mezzo del sacco embrionale, si fondono fra loro, e formano il così detto *nucleo secondario*. Dai tre nuclei superiori derivano tre cellule, due delle quali sono dette *sinergidi*, mentre

quella di mezzo, più grande, costituisce la *oosfera* ossia la *cellula germinale* o *gamete femminile* destinata ad essere fecondata. Le tre cellule inferiori sono dette *antipodi*.

Avvenuta questa *maturazione* del polline e dell'ovulo, che ha portato alla formazione degli *anterozoi* e della *oosfera*, gli anterozoi scendono lungo il budello pollinico, e di essi uno (il *gamete maschile*) va a fondersi con

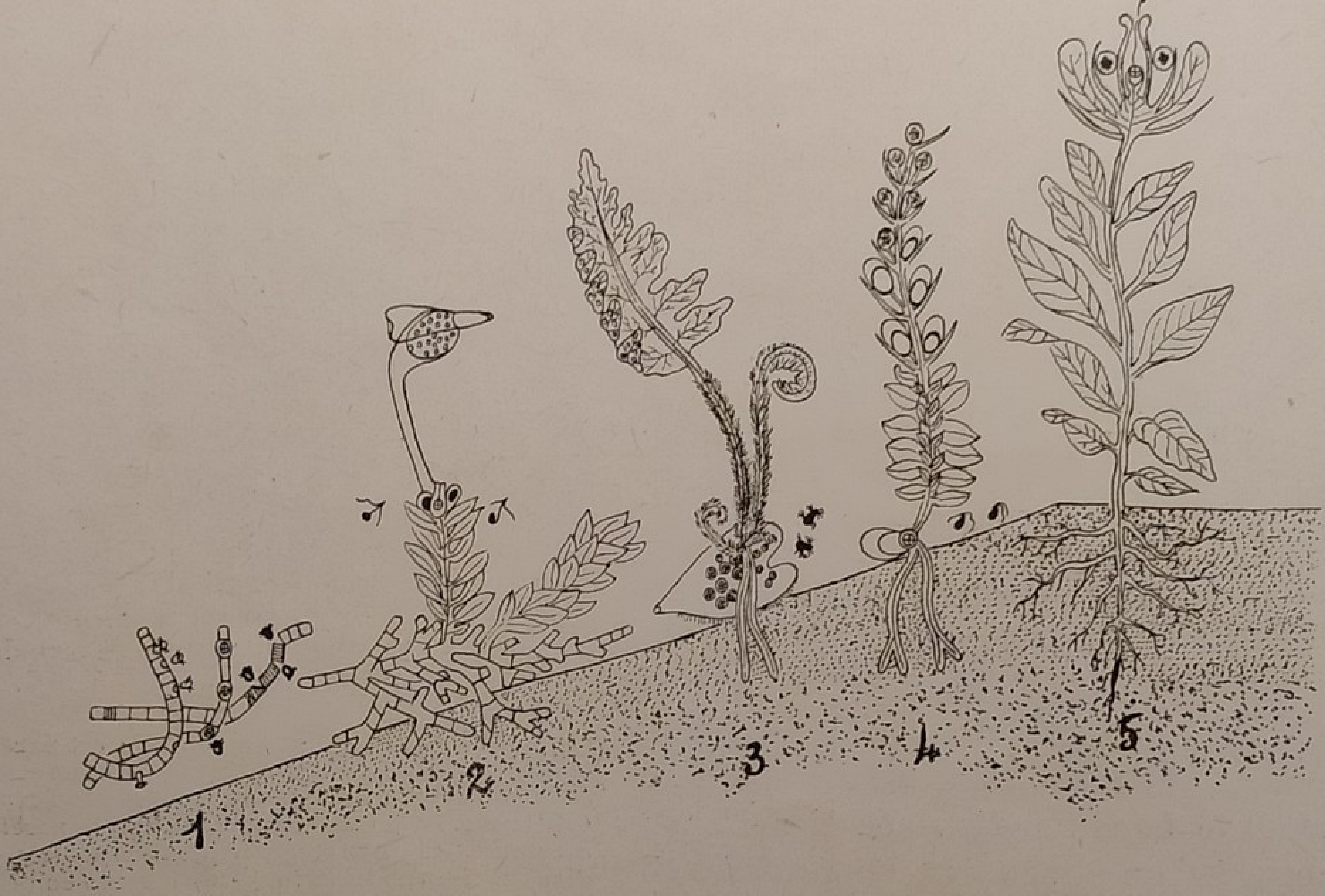


Fig. 294 – Rappresentazione schematica dell'evoluzione delle Cormofite in rapporto con la loro alternanza di generazione e col loro progressivo adattamento alla vita terrestre (da *Gola-Negri-Cappelletti*).

1) pianta tallofita interamente acquatica con le spore - 2) pianta di muschio aderente al suolo con gametofito sviluppato e sporofito ridotto - 3) Pianta di Felce con gametofito ridotto (protallo) e sporofito sviluppato - 4) pteridofita eterosporoea con protallo ridotto e sporofilli che portano i macro- e i microsporangi - 5) antofita con fiore e sporofito che ha raggiunto il massimo sviluppo.

l'*oosfera* (il *gamete femminile*) e così ha luogo la *fecondazione*; l'altro anterozoo va a unirsi col nucleo secondario (fig. 293). Ora, mentre l'oosfera fecondata inizierà il suo sviluppo formando l'*embrione*, il nucleo secondario o nucleo endospermatico si svilupperà pure, dando luogo a un tessuto ricco di sostanze nutritizie che circonda l'embrione ed è detto *albume*, alla cui formazione concorre anche la nocella.

Mentre ciò avviene, la secondina e la primina si trasformano pure e si inspessiscono, formando dei *tegumenti protettivi*. In definitiva l'ovulo si è trasformato in *seme*.

Dal punto di vista della evoluzione si nota una stretta corrispondenza tra le disposizioni che presiedono alla riproduzione nelle *Fanerogame* e quelle che si hanno negli altri stipiti vegetali: *Briofite, Pteridofite,* come ora diremo e come apparirà più chiaro dall'unito prospetto.

Infatti si è visto esistere nei Muschi e nelle Felci una *generazione alternante*, con la differenza che nei primi è tutta la pianta che porta i gameti (*gametofito*) e le spore sono portate dallo sporangio (*sporofito*), nelle seconde invece tutta la pianta porta le spore (*sporofito*) e i gameti si formano nel protallo (*gametofito*). Ossia nelle Felci si riduce la fase *gametofitica* mentre si sviluppa di più quella *sporofitica*. Questa riduzione si continua nelle *Fanerogame* dove il *gametofito* è ridotto a poche cellule mentre lo *sporofito* è dato da tutta la pianta (fig. 294).

Il fiore delle Fanerogame Angiosperme, come si disse già, è formato da *foglie trasformate*: *sepali*, *petali*, *stami* e *pistilli*. I sepali e i petali hanno nella riproduzione funzione accessoria; gli stami e i pistilli hanno invece importanza capitale, in quanto che gli stami portano le *antere* ossia i *sacchi pollinici* con entro i *granelli di polline*, e i pistilli portano gli ovari con entro gli *ovuli*. Ma gli stami non sono che foglie che portano le spore e corrispondono agli *sporofilli* delle Felci; più precisamente corrispondono ai *microsporofilli* delle Felci eterosporee (a spore distinte in maschili e femminili). Infatti come nelle Felci i *microsporofilli* danno origine ai *microsporangi* e questi alle *microspore*, così nelle Fanerogame gli stami originano i *sacchi pollinici* (corrispondenti ai *microsporangi*) e questi i *granuli di polline* (corrispondenti alle *microspore*). Analogamente i pistilli corrispondono ai *macrosporofilli*, l'*ovulo* (*nocella*) al *macrosporangio* e il *nucleo del sacco embrionale* alla *macrospora*.

Allorchè ha luogo la *riproduzione sessuata*, il granello di polline, come si è detto, *matura*, ossia subisce una serie di trasformazioni che portano alla formazione del gamete maschile (*nucleo spermatico*), mentre dal canto suo il nucleo del sacco embrionale porta alla formazione del gamete femminile (*oosfera*). Questi cambiamenti corrispondono rispettivamente, nelle Felci, alla formazione del protallo maschile, dell'anteridio e dell'anterozoo, e alla formazione del protallo femminile, dell'archegonio e della oosfera, con la differenza che tutto ciò avviene in modo *molto abbreviato* e quindi il *gametofito* nelle Fanerogame è assai limitato e porta rapidamente alla formazione dell'*embrione*. Lo *sporofito* invece ha il massimo sviluppo giacchè è dato dall'embrione, il quale, sviluppandosi darà origine a tutta la pianta comprese anche le parti del fiore prima della impollinazione.

Si osserva anche un passaggio graduale dalle Felci più evolute alle Fanerogame Angiosperme in quanto le Fanerogame Gimnosperme hanno granelli di polline che maturando formano protalli con anteridi e sacco embrionale che origina protalli con archegoni.

Organi omologhi nell'alternanza di generazione delle Pteridofite eterosporee, Gimnosperme ed Angiosperme.

	Pteridofite eterosporee		Gimnosperme		Angiosperme	
Sporofito o generaz. agamica	**EMBRIONE - Pianta fogliata**		**EMBRIONE - Pianta fogliata**		**EMBRIONE - Pianta fogliata**	
	Microsporofillo	Macrosporofillo	Foglia staminale	Squama carpellare	Stame	Carpello
	Microsporangio	Macrosporangio	Sacco pollinico	Ovulo (nocella)	Sacco pollinico	Ovulo (nocella)
	Microspora	Macrospora	Granello pollinico	Sacco embrionale	Granello pollinico	Sacco embrionale
Gametofito o generazione sessuata	Microspora	Macrospora	Granello pollinico	Sacco embrionale	Granello pollinico	Sacco embrionale
	Microprotallo	Macroprotallo	Microprotallo (cell. veg. del granello pollinico)	Endosperma	Nucleo vegetativo del granello pollinico	Formazione degli otto nuclei nel sacco embrionale
	Anteridio	Archegonio	Anteridio (cellula madre degli anterozoi e cellula della parete)	Archegonio	Cellula madre degli anterozoi	Sinergidi, oosfera e nucleo superiore
	Anterozoo	Oosfera	Anterozoo	Oosfera	Anterozoo	Oosfera

BIOLOGIA FIORALE

Come abbiamo visto nelle pagine precedenti, affinchè avvenga nel fiore la fecondazione è necessario prima che il granello di polline si posi sullo stigma del pistillo. Sembrerebbe logico pensare che nei fiori *ermafroditi*, forniti cioè di stami e di pistilli, il polline contenuto nell'antera, all'aprirsi di questa, cadesse sullo stigma del pistillo dello stesso fiore e andasse così a fecondare l'ovulo nell'ovario; ossia che avvenisse una *autofecondazione*.

In realtà ciò si verifica in molte piante; ma nella maggior parte di esse l'autofecondazione non avviene per diverse ragioni.

Infatti o gli stami e i pistilli maturano in tempi diversi (*dicogamia*), cosicchè quando sono maturi, ad es., gli stami, non sono ancora maturi i pistilli (*dicogamia proterandra*); o quando sono maturi i pistilli non sono ancora maturi gli stami (*dicogamia proterogina*); oppure l'autofecondazione non può avvenire perchè i fiori sono *unisessuati* — portano cioè o solo stami o solo pistilli —. Inoltre se questi fiori sono portati da uno stesso individuo, la maturazione può avvenire in tempi diversi (piante *monoiche*: da *monos* e *oikos* = *una sola casa*); se sono portati da individui diversi (piante *dioiche* cioè con *due case*), vi è naturalmente l'impossibilità materiale che la pianta si autofecondi. In altri casi l'autofecondazione è evitata per la disposizione degli organi dei sessi (*ercogamia*). Così nell'Iris gli stami stanno sotto agli stili convessi e il polline deve quindi essere trasportato.

In tutti questi casi occorre dunque che il pistillo di un fiore riceva il polline fecondatore da un altro fiore, da esso più o meno lontano, e appartenente a un individuo della medesima specie. Ossia occorre che avvenga la fecondazione *incrociata* o *staurogamia*. Perchè in natura sia più diffusa la staurogamia dell'autogamia si spiega col fatto che questa ha effetti meno buoni per la fecondazione e produzione dei semi o non ne ha affatto; in qualche caso (certe Orchidee) ha anzi azione nociva e produce la morte del fiore. In certe piante (es. Viola) si hanno sì dei piccoli fiori adatti alla impollinazione diretta (*fiori cleistogami*), ma questi si trovano accanto agli altri fiori adatti alla staurogamia e i loro discendenti possono quindi di nuovo incrociarsi. Insomma nelle piante, come del resto negli animali, le nozze fra parenti sono il più possibile evitate.

Ma come può compiersi questo passaggio del polline da un fiore ad un altro?

La pianta femminile rimarrebbe condannata alla sterilità se, provvidenzialmente, non esistessero in natura per il polline diversi mezzi di trasporto che ottimamente servono a questo scopo; questi mezzi sono: il *vento*, gli *animali* e fra questi principalmente gli *insetti*, l'*acqua*.

Impollinazione.

Si chiama *impollinazione* il trasporto del polline da un fiore ad un altro; se questo si compie per mezzo del vento, prende il nome di *impollinazione anemofila*; se per mezzo degli animali: *impollinazione zoidiofila* (e se, in particolare, degli insetti, *impollinazione entomofila*); se infine per mezzo dell'acqua: *impollinazione idrofila*.

Impollinazione anemofila. – Sulle ali del vento il polline viene trasportato facilmente lontano, e il fiore affida ad esso il suo prezioso carico prodotto in eccessiva abbondanza entro le logge delle antere. Questa eccessiva abbondanza è in relazione col genere di trasporto. Infatti di tutti questi granelli di polline quanti andranno proprio a cadere sullo stigma del pistillo di un fiore femminile? Evidentemente pochi, poichè la maggior parte di essi saranno dispersi, e milioni e milioni di granelli andranno perduti.

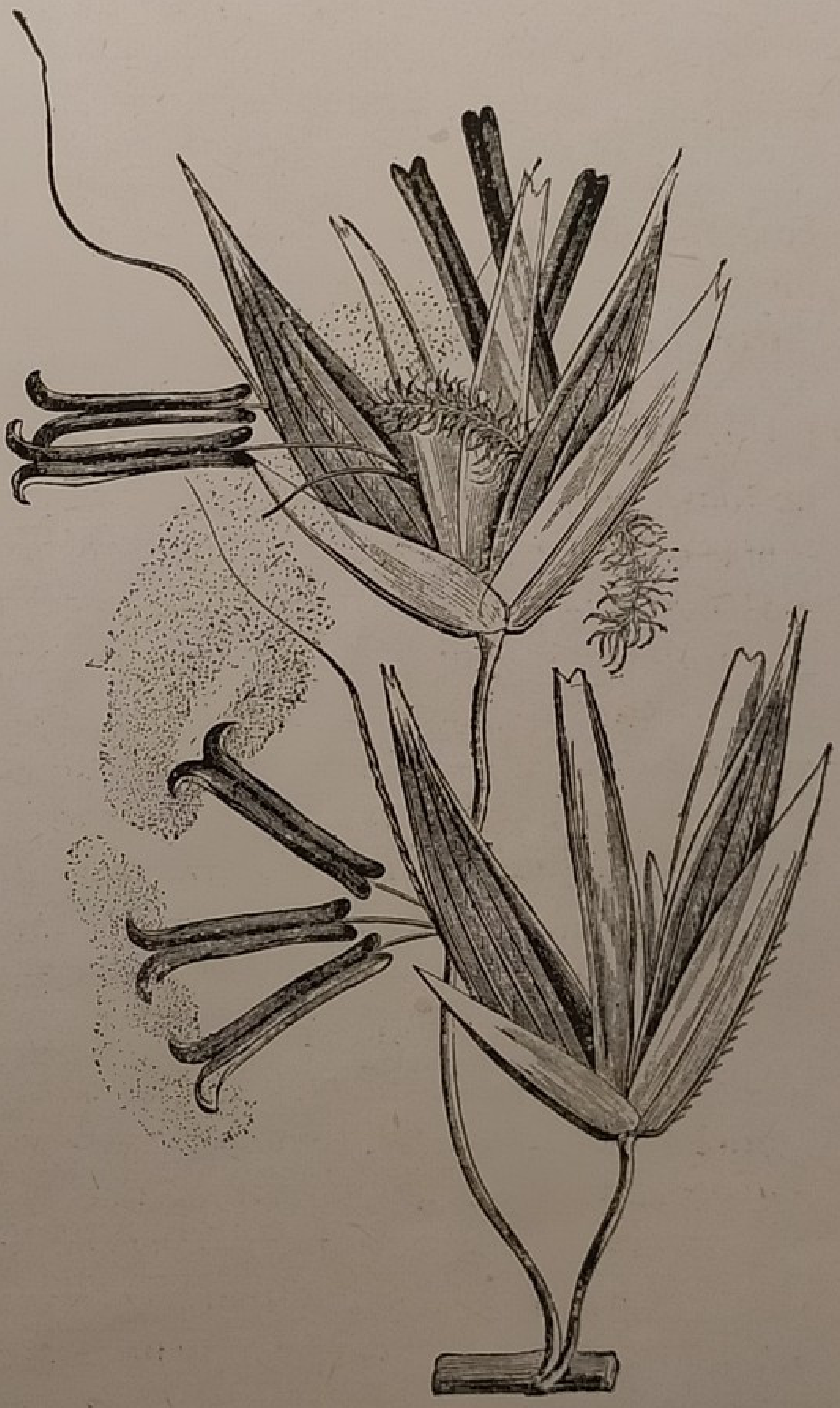


Fig. 295 – Impollinazione anemofila in *Arrhenatherum elatius* (da *Kerner*).

È facile osservare, ad es., presso una foresta di Pini o di Abeti, durante l'epoca della fioritura, dense nubi gialle che si diffondono nell'aria al minimo soffio di vento e che ricadono lontano coprendo tutto intorno il terreno e le acque di un tappeto solfureo. È in quest'epoca che il lago di Costanza, nella Svizzera, come dicono i valligiani, con pittoresca imagine, *fiorisce*.

E se noi ci chiniamo a raccogliere un poco di quella polvere e la esaminiamo al microscopio, vediamo i granelli di polline particolarmente adatti a questo trasporto per mezzo del vento. Infatti essi hanno lateralmente due specie di vescichette piene d'aria; queste vescichette servono egregiamente per rendere leggero il granello in modo che possa rimanere sospeso lungo tempo nell'aria e navigare così nel grande oceano atmosferico.

Ma altri adattamenti ci è dato constatare. Il polline delle piante anemofile è in generale secco, incoerente, leggero e liscio, e facile quindi al trasporto; viceversa lo stigma del pistillo dei fiori femminili o è piumoso o è ricco di sostanze agglutinanti; in questo modo il polline che passa su di esso può essere più facilmente trattenuto.

Caratteri dei fiori anemofili. – I fiori anemofili sono in genere piccoli e poco appariscenti e senza nettare; osservate i fiori di un faggio, di un castagno, di una quercia o di altra pianta anemofila.

I fiori maschili sono riuniti in infiorescenze ad *amenti*, oscillanti al minimo soffio di vento; oppure gli stami hanno lunghi filamenti che fanno sporgere in fuori le antere sulle quali il vento può così far presa più facilmente (es. fiori di Graminacee, fig. 295). Nelle Ortiche i sacchi pollinici si aprono con scatto e lanciano nell'aria il polline in forma di leggera nubecola polverosa.

Non è perciò senza significato che la fioritura di queste piante avvenga, in generale, allorchè soffiano i venti di primavera e per lo più prima che spuntino le foglie (Pioppi, Olmi, Avellane, Ontani), o nell'autunno, come si verifica per alcune Conifere.

Impollinazione entomofila. – Altrettanto parsimoniosa e quasi avara ci appare l'impollinazione affidata agli insetti, quanto dispendiosa ci era apparsa quella anemofila. Poco è il polline prodotto, e questo adattato ad attaccarsi al corpo dell'insetto che visita il fiore; l'esina infatti è munita di uncini, rilievi e protuberanze o di sostanze attaccaticcie.

Ma questa economia del polline è in relazione con una maggior sicurezza nell'esito della impollinazione. Infatti tutte le parti del fiore entomofilo hanno subìto una profonda trasformazione e concorrono ad un unico scopo: quello di assicurare non solo il trasporto del polline, ma anche la sua destinazione definitiva. Si direbbe quasi che un solo pensiero domini ora nella vita del fiore, e che ogni sua particolare struttura, ogni sua bellezza, ogni sua funzione, converga verso un unico fine: quello di attirare a sè l'insetto, facendo a gara con gli altri fiori per essere il preferito.

Perciò a questa economia di germi riproduttori fa riscontro invece una esuberanza di forme e di colori; uno sfoggio di adescamenti e di richiami; una magnificenza e una opulenza di abiti nuziali; tutto questo accompagnato da un tale corredo di disposizioni sapienti, di utili e fini e astuti accorgimenti, che ci vien fatto di parlare, come fece il Maeterlink, di una *intelligenza* dei fiori, anche se questa non fosse che una nostra illusione e un nostro anelito verso la poesia della vita.

Ma come spiegare altrimenti questi meravigliosi adattamenti?

Caratteri dei fiori entomofili. – Il fiore entomofilo non si contenta di aspettare passivamente la visita di un insetto, non si rassegna e non si abbandona al destino, ma a questo va incontro risolutamente.

Il calice e la corolla non adempiono soltanto a una funzione protettiva degli stami e dei pistilli difendendo questi dall'umidità o dalla pioggia o dall'insolazione o dalla voracità degli animali; ma specialmente la corolla è chiamata a compiere un'altra funzione di primaria importanza: la funzione cioè *adescativa*, quella funzione per cui il fiore richiama l'insetto di lontano coi suoi stendardi e i suoi colori vivaci e appariscenti.

E l'insetto va al fiore. Che cosa vi è in esso da attrarlo così irresistibilmente? Non certo un fascino di bellezza, chè sarebbe un voler chieder troppo alla intelligenza di questi piccoli esseri; piuttosto v'è un'altra ragione e più... positiva. Qualche cosa sta nascosto e costituisce per l'insetto la maggiore delle attrattive: il *nettare* del quale si ciba esso stesso e del quale potrà fare raccolta per alimentare le sue larve.

Si noti però che il fiore non attrae indifferentemente tutti gli insetti; ma solo, per lo più, quella data specie di insetti. Infatti non tutti gli insetti sono adatti a penetrare in quel dato fiore e a raccogliere il nettare; i fiori che hanno il nettare situato in fondo a un lungo tubo corollino non potranno ricevere che insetti muniti di una proboscide molto lunga, come avviene per quelli del Caprifoglio visitati dalle sfingi, farfalle crepuscolari; sarebbe vana in verità la visita di quelli che hanno la tromba succhiatrice troppo corta o apparato boccale masticatore. Nè d'altra parte gli insetti perdono il loro tempo a visitare fiori che non fanno per loro: a meno che non siano dei ladri che vadano a rubare il miele ed il polline; ma in questo caso essi penetrano in qualunque parte del fiore forandolo magari con le robuste mandibole; contro di essi però il fiore sa opporre le sue difese. D'altra parte questi insetti che sono adatti alla visita di quella data specie di fiori non solo vanno a questi, ma li riconoscono subito fra gli altri. Ciò è confermato da numerose osservazioni di valenti naturalisti; e, del resto, chi ha fatto attenzione alle api e ad altri insetti quando sono occupati alla raccolta del polline, avrà notato che questi evitano di posarsi indifferentemente su qualunque specie di fiori, e anche come questa visita essi compiano con la più grande fretta; l'insetto ha poco tempo da perdere, sia perchè gli abbisogna un largo bottino, sia perchè la vita del fiore è assai breve e l'insetto ha bisogno di pensare a sè e alle sue larve prima che il nutrimento gli venga a mancare.

Per questo gli è necessario riconoscere il fiore di lontano o sentire la sua presenza dall'*odore*, come si verifica nei fiori bianchi dei *Philadelphus* e di altre piante che verso sera emanano il loro forte profumo; gli è necessario distinguerlo subito da tutti gli altri confratelli che a gara si contendono il diritto alla vita e creano una gamma variopinta tra il verde uniforme dei prati, tra il grigio delle rocce, sulle sponde dei ruscelli e degli stagni. Da che gli provenga questo intuito che mette a dura prova anche la scienza del più esperto botanico non ci è dato sapere; quelli che dicono che ciò si deve all'*istinto*, ne sanno meno degli altri.

Il fatto è certo che tra fiore ed insetto si è venuto stabilendo un tale accordo di reciproca intesa e, diremmo quasi di reciproca comprensione, che non si può fare a meno di provare un senso di alta meraviglia, anche se questa parola suoni male agli orecchi di quegli scienziati che per voler tutto spiegare hanno perduto anche questo senso (1). Reciproca intesa, perchè se il fiore dà il nettare non fa questo per nulla. L'insetto deve pure servigli a qualche cosa. Vediamo infatti quello che accade quando l'insetto si è

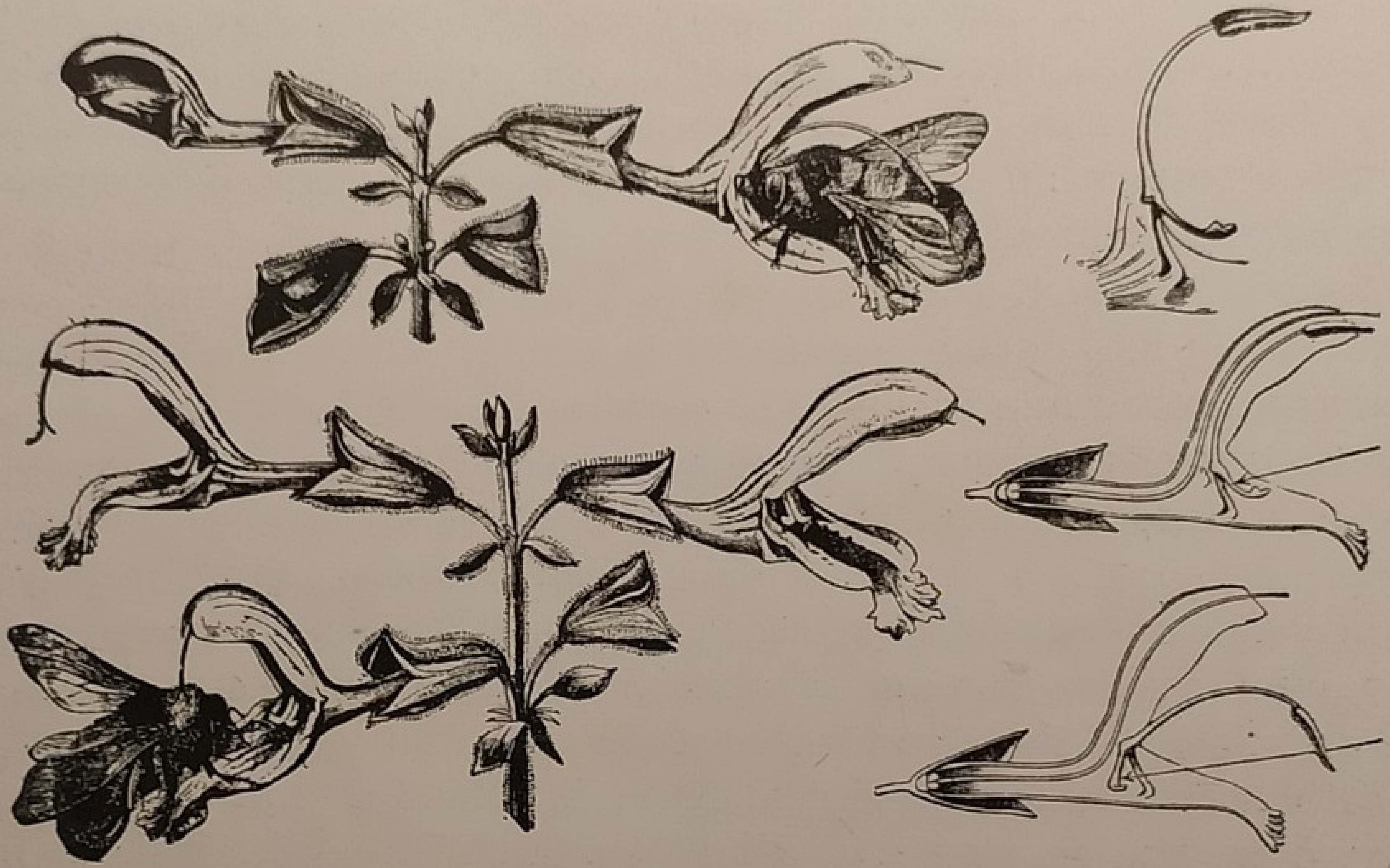


Fig. 296 – Impollinazione in una Salvia: (*Salvia glutinosa*) (da *Kerner*).
A destra: forma a leva dello stame e meccanismo del suo movimento; *a sinistra in alto*: l'insetto riceve il polline sul dorso; *in basso*: l'insetto tocca col dorso lo stigma del pistillo.

posato sul fiore. Ma per questo non potremo fare di meglio che riferirci a qualche caso concreto. Alcuni di questi esempi furono già da noi illustrati nella parte descrittiva.

La Salvia dei prati è una pianta comune da noi, che fiorisce in primavera-estate, nelle terre di pianura e di montagna. Essa porta una infiorescenza formata da fiori grandi e violacei, ognuno dei quali è così costituito: un calice di 5 sepali verdi; una corolla a due labbri: il superiore fatto a volta od elmo, l'inferiore di 3 lobi, col mediano più grande. La corolla si prolunga indietro con uno sperone entro cui sta il nettare. Sotto la volta del labbro superiore stanno due stami foggiati in modo speciale; essi hanno cioè la forma di una leva a bracci disuguali col braccio più corto slargato e rivolto verso l'imboccatura del fiore e il braccio più lungo portante in alto l'antera. In mezzo ad essi sta il pistillo con lo stigma bifido. Quando un insetto

(1) Il primo a parlare di questo fatto dell'impollinazione per mezzo degli insetti fu Konrad Sprengel nel 1793 in un suo celebre scritto: *Il segreto della natura svelato dalla struttura e nella fecondazione dei fiori*. Ma in questo campo doveva poi eccellere il nostro Federico Delpino, del quale diamo più avanti un cenno biografico.

(figg. 95 e 296) si posa sul labbro inferiore del fiore e cerca di penetrare con la proboscide nello sperone per succhiare il nettare, con questa proboscide urta contro la base del braccio più corto degli stami i quali si abbassano di colpo: ma nel far questo l'antera si svuota del polline, che cade così sul dorso dell'insetto.

L'insetto carico di polline andrà poi su un altro fiore di Salvia. Ora il fiore è a dicogamia proterandra, vale a dire che prima maturano gli stami e poi il pistillo; quindi se gli stami sono svuotati di polline è il pistillo che è maturo, ossia sarà cresciuto di lunghezza e recante fuori del labbro superiore il suo stigma in corrispondenza dell'imboccatura del fiore; in questo modo l'insetto posandosi sul labbro inferiore sarà costretto a lambirne lo stigma col dorso; ma poichè il dorso era coperto di polline, i granelli di polline rimarranno attaccati allo stigma e sarà così assicurata l'impollinazione.

Altro esempio: nei prati si trova pure una modesta Orchidea (*Orchis morio*), parente lontana di quelle meravigliose orchidee che vegetano sotto le grandi foreste dei tropici e che i giardinieri coltivano in splendide varietà. Il fiore è quanto mai caratteristico. Esso presenta (fig. 150) un perigonio irregolare di sei tepali, di cui cinque addossati in modo da formare una specie di elmo e uno, detto *labello*, molto più grande degli altri, prolungato indietro in un breve sperone cavo entro cui è un tessuto carnoso. Nel centro del fiore si trova come una colonnetta che porta una sola antera con due logge contenenti il polline agglutinato in due masse solide a forma di clava e munite di peduncolo terminante ciascuno in un bottone adesivo e vischioso. Questi bottoni stanno racchiusi in una piccola tasca sotto la quale si trova lo stigma, la parte terminale dell'ovario, che è infero, lungo, cilindrico, e contorto. Quando un insetto si posa sul labello, urta col capo contro la piccola tasca, e i bottoni adesivi con le loro masse polliniche vi rimangono attaccati, per cui, quando vola via, porta sulla testa queste masse come due specie di corna (fig. 150), le quali, da prima diritte, si incurvano in seguito e si portano in avanti, così da mettersi nella posizione più conveniente per poter aderire allo stigma del pistillo quando l'insetto passerà ad un altro fiore della stessa specie pronto per ricevere il polline.

Si vede da questi esempi come gli insetti visitando un fiore per cercarvi il miele ed il polline siano obbligati a seguire determinate vie o a compiere determinati movimenti, affinchè il polline rimanga aderente ad una parte del loro corpo e vada a destinazione quando sarà trasportato nel fiore femminile. Tutte le parti del fiore concorrono a questo scopo: calice, corolla, stami e pistilli; con ciò si spiega la struttura e la disposizione varia del fiore e delle sue parti; altrimenti tutto ciò rimarrebbe un enigma indecifrabile. Da questo punto di vista anche il fatto del riunirsi parecchi fiori in una *infiorescenza* trova la sua ragione d'essere in questo: essendo detti fiori molto piccoli e perciò difficilmente visibili se isolati, diventano al con-

Fig. 297 - Gigaro (*Arum maculatum*).

1) pianta - 2) fiore maschile - 3) ovario (sez. trasversa) - 4) ovario (sezione longitudinale) - 5) fruttescenza - 6) sezione longitudinale del frutto - 7) spadice (nell'interno le mosche catturate).

trario appariscenti se riuniti in gruppi più o meno numerosi.

Osserviamo ora quanto accade nel Gigaro (*Arum maculatum*), pianta comune anche questa nei fossi e presso le siepi. La sua infiorescenza (fig. 297) è racchiusa in una larga brattea bianco-giallastra detta *spata*, ed è formata da fiori maschili e femminili posti alla base: i primi di sopra e i secondi di sotto. Al disopra ancora dei fiori maschili si trova una fitta corona di peli, mentre il graspo dell'infiorescenza termina in alto con una specie di clava giallo-purpurea. Le foglie sono grandi, saettiformi, spesso macchiate di bruno. La pianta emette un odore cadaverico. Questo cattivo odore pare però che sia gradito a certi moscerini che hanno l'abitudine di deporre le uova sulle carni in decomposizione, giacchè accorrono alla pianta guidati dall'istinto della riproduzione ed entrano nella spata circondante l'infiorescenza. Una volta entrati però non possono più uscirne. La corona dei peli si irrigidisce e poichè si trova in corrispondenza di un restringimento della spata chiude ogni accesso al di fuori e i moscerini rimangono prigionieri. Rimangono prigionieri fino a quando gli stami non si siano svuotati del loro polline ed essi non se ne siano abbondantemente caricati svolazzando nell'interno del carcere. Nè può accadere che i pistilli sottostanti rimangano fecondati perchè la maturazione di essi avviene prima di quella degli stami (dicogamia proterogina); quindi i pistilli sono già chiusi. Avvenuto lo svuotamento delle antere, la corona dei peli lascia liberi i prigionieri, perchè i peli si afflosciano; ma i moscerini, una volta liberi e niente affatto ammaestrati dal tranello precedente, si vanno a mettere in un'altra infiorescenza nella quale questa volta possono trovare i pistilli maturi anzichè gli stami. In tal modo il trasporto del polline è avvenuto e la fecondazione del fiore assicurata.

Altro esempio. Parlando della Primula (fig. 98) dicemmo che i fiori di questa pianta sono di due specie; gli uni con stilo corto e con gli stami impiantati nella parte superiore del tubo corollino; gli altri con stilo lungo e con gli stami impiantati nella metà del tubo fiorale. Tale disposizione è detta *eterostilia* ed ha grande importanza nel processo staurogamico. Infatti se un insetto visita un fiore a stilo breve con la testa tocca le antere e col punto di mezzo della proboscide lo stimma. Visitando poi un fiore a stilo lungo il polline del fiore brevistilo passerà a fecondare il fiore longistilo e viceversa. In quest'ultimo caso la impollinazione si fa col polline raccoltosi sulla proboscide anzichè sul capo dell'insetto.

Uno dei più mirabili esempi del trasporto del polline per mezzo degli insetti è dato da una pianta: la Yucca (fig. 171) e dal suo pronubo: la *Pronuba yuccasella*. I fiori della Yucca sono aggruppati in grandi pannocchie ed hanno la forma di una campana con sei foglie perigoniali bianco-giallicce; sei stami con filamenti papillosi e curvati in fuori, in mezzo ai quali trovasi ed ergesi il pistillo. Ogni fiore si apre interamente solo una notte ed è ben visibile, allorchè la luna splende nel cielo anche di lontano. Una piccola tignuola: la *Pronuba yuccasella* penetra nell'interno della campana e cerca di impadronirsi del polline, non per divorarlo ma per trasportarlo. Infatti essa, valendosi dei suoi palpi mascellari, foggia una pallottolina di polline e con questa visita un altro fiore. Quivi giunta ecco ciò che avviene. Anzitutto l'insetto, appoggiandosi con le zampe divaricate su due dei grossi sostegni curvati in fuori delle antere, fora le pareti del pistillo con il suo ovopositore e depone le uova. Poi vola sulla sommità del pistillo il cui stigma è foggiato ad imbuto, e con movimenti oscillatori del capo vi caccia dentro la pallottolina di polline. L'impollinazione è così compiuta. Ma è così anche assicurata la continuità della specie della Pronuba e della pianta. Infatti mentre dalle uova deposte si sviluppano le larve, per effetto della fecondazione si vanno sviluppando gli ovuli in semi. Le larve si cibano di questi semi che sono nella cavità dell'ovario, e allorchè hanno compiuto il loro sviluppo, fanno un buco nella parte ancora succosa dell'ovario ed escono all'aperto per completare nella terra la loro metamorfosi. Non tutti i semi però vengono mangiati dalla larva; alcuni rimangono e sono atti alla riproduzione della pianta. Questa serie di atti e di concomitanze fa profondamente pensare. Non certo la Pronuba compie gli atti sopra descritti con coscienza e premeditazione; ma si può negare in essi un coordinamento ad un fine?

Ancora più meraviglioso è il caso dell'impollinazione del Fico per mezzo di un altro insetto: la *Blastophaga grossorum*; ma non possiamo dilungarci.

Questi esempi si potrebbero moltiplicare: ma sono sufficienti per dare un'idea della verità di quanto asserimmo più sopra: l'impollinazione entomofila è uno dei più meravigliosi processi che la natura abbia creato.

Fig. 298 – *Vallisneria spiralis.*

Oltre alla impollinazione dovuta agli insetti, si hanno esempi di impollinazione dovuta ad altri animali, come uccelli (Colibrì d'America dal becco lunghissimo ed esile che introducono nella corolla per prendere piccoli insetti) e lumache e chiocciole, ma si tratta di pochi casi soltanto.

Impollinazione idrofila. – Frequente nei fossi e nei seni tranquilli sulle rive del Lago di Garda si trova una pianta: la *Vallisneria spiralis*, caratteristica per la sua impollinazione idrofila. La pianta sta fissa nel fondo con le sue radici e dal fusto strisciante si innalzano foglie nastriformi. I fiori pistilliferi sono portati da un lungo peduncolo che arriva fino alla superficie dell'acqua, e quando il fiore, che stava in un involucro vescicolare, si apre, tre grandi stimmi, frangiati al margine, sporgono dall'involucro perigoniale in modo da essere pronti a ricevere il polline (fig. 298).

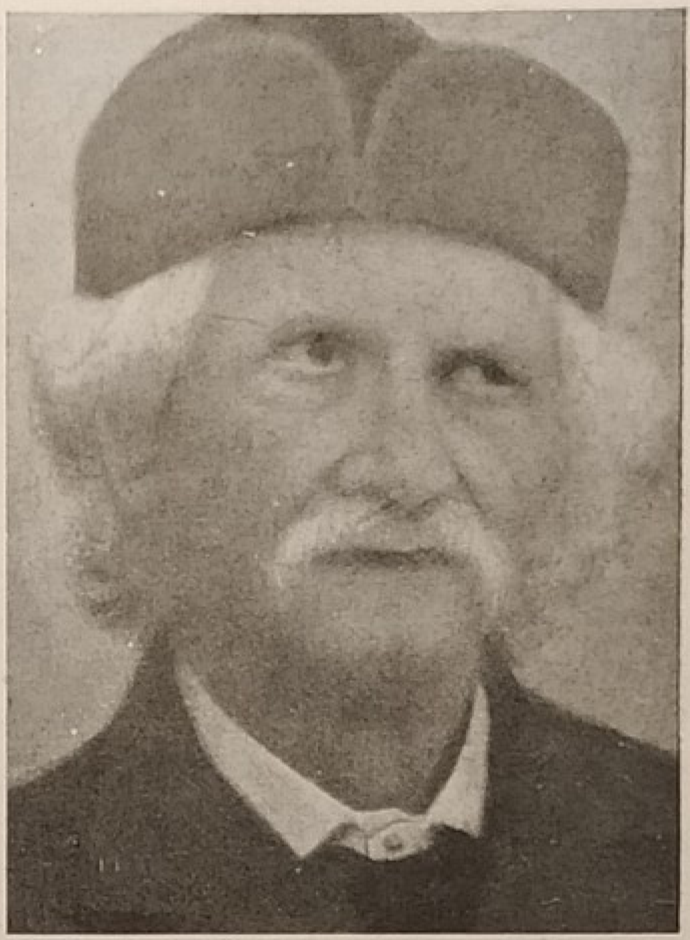
I fiori staminiferi sono portati da altri peduncoli che restano sott'acqua, e quando sono maturi si staccano dal peduncolo e salgono a galla in forma di sferette. Giunte alla superficie, queste sferette, che erano formate da tre foglioline perigoniali incavate a conca e unite al di sopra degli stami, si aprono, e le tre foglioline diventano come tre canotti saldati in un punto e sorreggenti gli stami con le loro masse polliniche. Queste piccole navicelle spinte dal vento incontrandosi coi fiori pistilliferi finiscono col far rimanere attaccato alle frange del margine dei lobi stimmatici le masserelle polliniche degli stami.

Avvenuta l'impollinazione il fiore pistillifero è trascinato sott'acqua dal suo peduncolo che si ritorce ad elica e matura il frutto quasi sul fondo fangoso dell'acqua ferma.

FEDERICO DELPINO

Federico Delpino nacque a Chiavari nel 1833 e morì a Napoli nel 1905. Fu professore di Botanica all'Istituto forestale di Vallombrosa. Nel 1862 passò all'Università di Genova, poi a Bologna nel 1884, e poi a Napoli nel 1893. Nei suoi *Pensieri sulla Biologia vegetale* sostenne le sue idee finaliste avversando quelle di Darwin e soprattutto di Haeckel. Ma il Darwin lo apprezzò egualmente tanto che, avendo letto il suo libro *Sulla Darwiniana teoria della pangenesi*, commentò la lettura con queste parole: « io ho tratto grande profitto dalle critiche da lui fatte su tale argomento ». Dove il Delpino si dimostrò veramente geniale fu nelle *Ultime osservazioni sulla dicogamia nel regno vegetale* che doveva

completare quel genere di studî che egli aveva predi-letto fin da giovane, allorchè pubblicava il suo primo lavoro: *Relazione sull'apparecchio della fecondazione nelle Asclepiadee*. Infatti è nel giardino della sua cittadina natale che, seguendo il volo della *Xilocopa violacea* sui magnifici fiori dell'*Arauya albens*, svela il sorprendente modo di fecondazione in queste piante. La fecondazione incrociata nelle sue proteiformi manifestazioni è da lui studiata nei più minuti particolari e interpretata da un punto di vista tutto personale e con animo di poeta. Infatti l'indole della sua natura lo rendeva spesso insofferente dello studio della morfologia «ingrata, arida e infeconda contemplazione di forme e di metamorfosi...». Ma il DELPINO ha lasciato una grandiosa produzione scientifica, e sono rimaste classiche le sue ricerche sulla *mirmecofilia* delle piante, sugli organi *extranuziali* e sulla biologia dei frutti. Il DELPINO è gloria tutta italiana.



FEDERICO DELPINO.

DISSEMINAZIONE

Il significato biologico del frutto è quello di provvedere alla dispersione del seme e di assicurare in questo modo la continuità della specie. Più lontano cadrà il seme dalla pianta madre, e più la vita della nuova pianta, nata da essa, sarà assicurata; giacchè se la maggior parte degli innumerevoli semi che una pianta produce, cadendo nelle vicinanze di essa dovesse svilupparsi, ne nascerebbe una tale concorrenza reciproca nella lotta per lo spazio e per la conquista della luce, che tutto ciò finirebbe con l'essere di grave danno anzichè di vantaggio alla specie. Tutte le diverse specie di frutti che noi abbiamo ricordato nelle pagine precedenti, siano essi secchi o carnosi, deiscenti o indeiscenti, sono quindi adattati a questo scopo: far sì che il seme vada lontano; e non solo questo, ma anche che, una volta giunto a destinazione, il seme sia messo nelle condizioni più favorevoli per svilupparsi. Si potrebbe quasi dire, anzi, a questo proposito, che anche per le piante esiste una *cura della prole*, come esiste negli animali, tanto questi adattamenti si manifestano anche nei più minuti particolari: si tratti di frutti destinati alla disseminazione per opera del vento o dell'acqua, come avviene specie per quelli secchi, o per mezzo degli animali, come avviene per quelli carnosi, o di frutti che provvedono da sè stessi per mezzo di apparecchi speciali e di speciali strutture a lanciare lontano i semi in essi contenuti. Per lo più è al *vento* o all'*acqua* o agli *animali* che la pianta affida i suoi semi, onde si hanno differenti forme di disseminazione: *disseminazione anemofila, idrofila, zoidiofila*. Vediamo, partitamente, queste diverse specie di disseminazione.

Disseminazione anemofila. – Quante volte in un giorno di primavera, passeggiando per la campagna, abbiamo visto nell'aria vagare dei leggeri

Fig. 299 – Ramoscello di pioppo con i frutti (capsule) aperti da cui escono i semi lanuginosi.

batuffoli di ovatta, dei corpi piumati, delle tenui lanuggini di cui non sapevamo spiegarci la provenienza! E non si trattava altro che di piccoli acheni provvisti di mezzi di trasporto mirabilmente adatti a rimaner sospesi nell'atmosfera, a essere trasportati dal vento, a navigare in quell'oceano di luminosità e di trasparenze che vivifica il sangue ed esalta lo spirito nella serena pace della Natura. Sono i frutti dei Pioppi, dei Salici, degli Oleandri, degli Epilobi, provvisti di peli morbidi lunghi e sottili (figg. 299, 300); sono gli acheni caudati, perchè provvisti di una lunga coda piumosa (che non è altro che la trasformazione dello stilo rimasto a compiere questa funzione) degli Anemoni e delle Vitalbe.

Anche i semi del Cotone con la loro bambagia sono adatti alla disseminazione *anemofila* (fig. 116); ma l'uomo ne fa raccolta al momento opportuno per utilizzare, come è noto, la suddetta bambagia. Sono i *pappi* del *Soffione* (fig. 82), del *Tragopogon* (fig. 301), e di altre piante (fig. 302), che allo spirare del vento sparpagliano i loro frutticini formati da acheni portanti ad un estremo un lungo filamento terminato in alto da un ciuffo di peli e funzionante da paracadute.

Ma poichè il mezzo migliore per navigare nell'aria è dato dalle ali, moltissimi sono i frutti forniti di espansioni membranose, di brattee ad elica, di corone setolose, sulle quali il vento fa presa e ne attenua la caduta.

Così avviene per la *samara* dell'Olmo, per gli acheni alati dell'Acero, del Carpino, del Tiglio, per quelli a setole rigide della Scabiosa. I frutti dell'Acero, quando si sono staccati dall'albero, volteggiano nell'aria con movimento elicoidale e percorrono così lunghi tratti

Fig. 300 – Eriofori Piante delle torbiere specie di montagna.

nell'aria prima di cadere a terra.

Un particolare adattamento alla disseminazione anemofila è quello della *Rosa di Gerico* (*Anastatica hierochuntica*), una crocifera che col secco si spezza, raccogliendo i suoi rami in un gomitolo che il vento trasporta sulle sabbie dell' Egitto e dell' Arabia, finchè, giunta in luogo umido, si apre e si espande, lasciando cadere i semi che germogliano con grande rapidità (fig. 286).

Fig. 301 – Semi alati di *Tragopogon*.

Disseminazione idrofila. – Le acque dei fiumi, le correnti marine trasportano lontano semi e frutti caduti in esse e da esse convogliate. Così le *Noci di cocco* delle Isole di Cuba e delle Antille vengono convogliate dalla Corrente del Golfo e possono arrivare fino alle coste dell'Europa settentrionale e gettare radice, dopo avere attraversato l' Oceano, senza risentire danno della lunga dimora nell'acqua, perchè il frutto legnoso è protetto da un feltro fittissimo che ne impedisce la macerazione. Così nelle pianure austriache e bavaresi, sulle rive dell'Isar e dell'Inn, crescono fiori alpini i cui semi sono stati trasportati dai torrenti di montagna. Una volta la campagna di Monaco era rinomata per questo fenomeno.

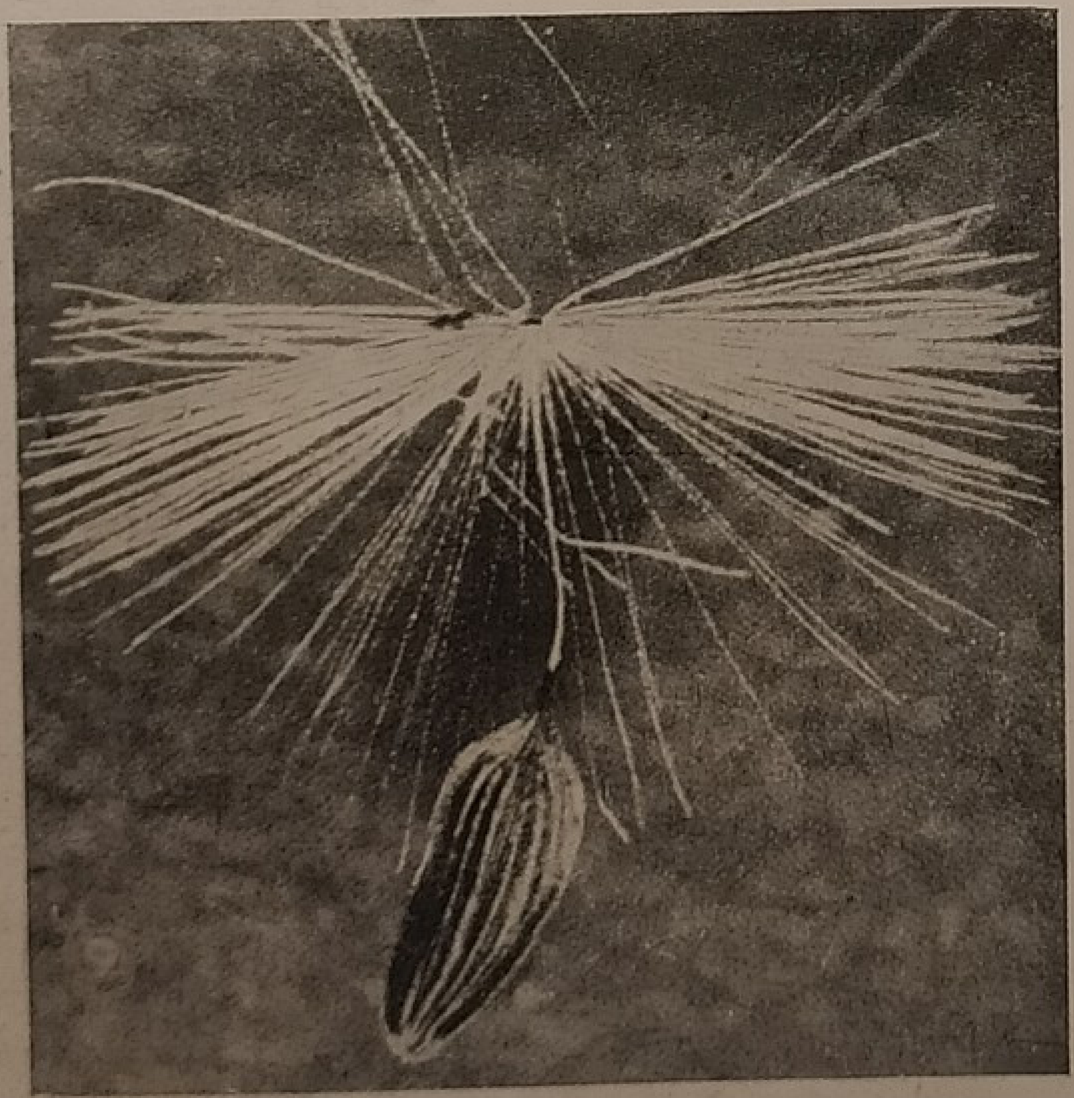


Fig. 302 – Achenio con apparato di volo tipo paracadute (*Lactuca virosa*) (da « *Sapere* »).

Disseminazione zoidiofila. – Sono specialmente i frutti carnosi che, profumati, vivaci di colori, ricchi di sostanza nutriente, attirano gli animali e li invitano a cibarsene, cosicchè quando questi, dopo averli mangiati e dige-

Fig. 303 - Cocomero asinino (*Ecballium elaterium*).

riti nelle loro parti utilizzabili, rimandano all'esterno i residui del pasto indigeriti, fra questi si trovano i semi che per mezzo dei loro involucri hanno resistito all'azione dissolvente dei succhi gastrici intestinali.

Così delle bacche del *Vischio* si cibano alcuni uccelli, come i tordi, i quali non solo provvedono alla disseminazione di questa pianta nel modo anzidetto, ma anche in altro modo. Infatti poichè molti semi rimangono attaccati al becco, essendo il frutto pieno di una mucillaggine attaccaticcia, avviene che quando l'uccello si pulisce il becco contro i rami degli alberi questi semi vi rimangono attaccati e quivi germogliano poichè, come è noto, il Vischio è pianta semiparassita che cresce sui rami di diversi alberi.

Non solo i frutti carnosi, ma anche certi frutti secchi possono essere disseminati dagli animali; ad es., quelli di molte Leguminose, delle Bardane (fig. 85), ecc., che posseggono uncini con i quali si attaccano alla lana delle pecore, al vello dei montoni, al pelame di animali che passano in mezzo a queste piante nel folto delle macchie e delle siepi.

Autodisseminazione. – Molte piante provvedono da sè a lanciare lontano i semi. Così fa, ad es., il *Cocomero asinino* (*Ecballium elaterium*) (fig. 303), pianta che cresce spontanea in pianura e in collina e ha frutti ovoidali, carnosi, giallo-pallidi, che, giunti a maturità, al minimo urto si staccano dal peduncolo con esplosione, vale a dire lanciando fuori un liquido pieno di semi della pianta, in virtù di una forte tensione a cui sono soggette le pareti, tensione prodotta dalla grande abbondanza di liquido interno.

Una Euforbiacea (*Hura crepitans*) ha per frutto una capsula che produce, aprendosi, una vera detonazione e proietta con forza lontano i semi.

Nell'*Erodium*, pianta della famiglia delle Geraniacee, vi è un apparecchio disseminatore oltremodo interessante. Il frutto, che si sviluppa dopo la fecondazione, deriva da un fiore il cui ovario era formato da 5 carpelli terminati da filamenti lunghi saldati fra loro e costituenti lo stilo (fig. 115). Ogni carpello dà così origine ad una piccola cassula racchiudente un seme e munita di un filamento che aderisce ad un prolungamento del pedun-

colo formante come una colonnetta centrale. Se un frutto maturo così fatto si mette in un ambiente ben secco, si vede che le 5 cassule col loro filamento si staccano dalla colonnetta centrale a cominciare dal basso verso l'alto; poi si vede il filamento attorcersi su sè stesso nella parte inferiore come un cavatappi, e successivamente venir lanciata lontano ogni cassula (cocco) a una certa distanza. Così avviene in natura la disseminazione. In questo caso, la pianta provvede anche all'interramento del seme, giacchè si è visto che inumidendo una di queste cassule, il filamento si distende, e se si lascia ridisseccarsi si arrotola di nuovo. Ora il frutto, che appoggia con la punta sulla terra umida, se la parte diritta del filamento è in qualche maniera impedita di girare, durante la distensione eseguisce un movimento a guisa di trapano che ha per conseguenza l'affossamento del frutto nel terreno (fig. 115).

Nei boschi ombrosi di montagna vegeta una pianta delicata: l'*Impatiens Noli-tangere* che ha un frutto che a maturità si apre a scatto al minimo tocco e fa schizzare via i semi. Analogamente viene spesso coltivata nei giardini la pianta di *Begliuomini* (*Balsamina hortensis*) il cui frutto ancora verde si spacca a un tratto in tante valve che immediatamente si avvoltolano in dentro scacciando i semi.

METODI ARTIFICIALI DI RIPRODUZIONE VEGETATIVA

Non sempre le piante coltivate si riproducono per seme; anzi questo viene evitato quando la pianta nata da seme ritorna allo stato selvatico e le cure del coltivatore andrebbero in tal modo facilmente perdute. Il coltivatore ricorre quindi spesso alle seguenti forme di riproduzione vegetativa: per *talea*, per *propaggine*, per *margotta*, per *innesto*.

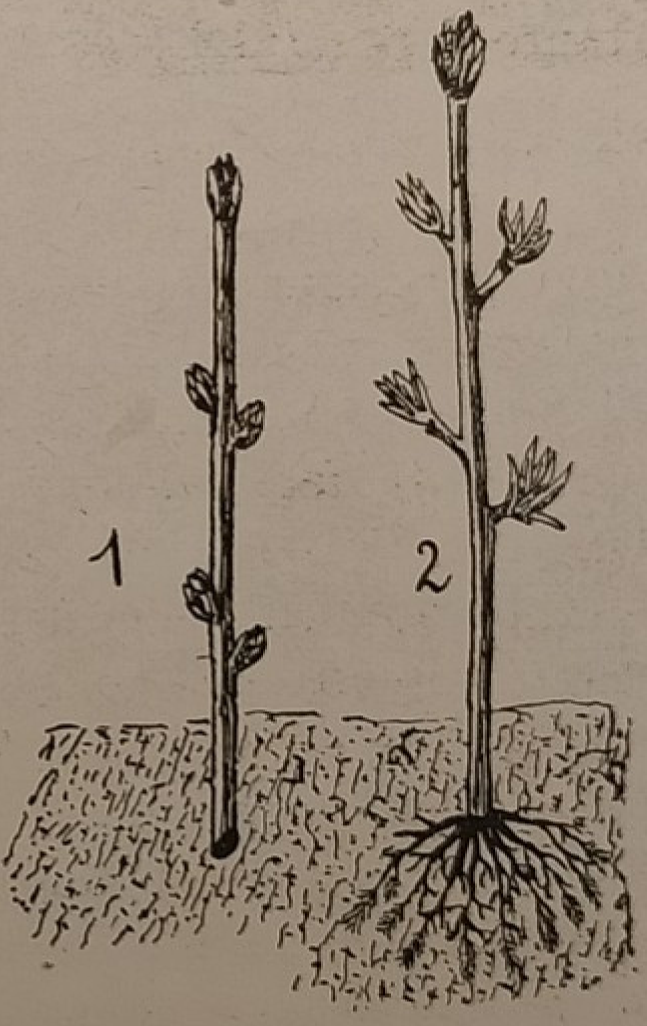


Fig. 304 – Riproduzione vegetativa per *talea*.
1) ramo di salice con gemme piantato nel terreno - 2) il ramo ha messo radice.

Talea. – Consiste nel piantare in terra un ramo, con gemma, tagliato dalla pianta che si vuol riprodurre; il ramo emette radici avventizie e diventa così una *barbatella* atta a essere rimossa dal vivaio e portata a svilupparsi *a dimora*. Tale forma di riproduzione è praticata per la Vite, e per fiori come Gerani, Garofani, ecc. (fig. 304).

Propaggine. – Se si piega un ramo della pianta madre in modo che con una parte rimanga infossato sotto terra e con l'estremità libera e recante le gemme sporga sopra terra, il ramo emette radice in corrispondenza della parte infossata e quindi dà origine ad una nuova pianta (es. Vite) (fig. 305).

Margotta. – Molto usato, specie dai giardinieri, è questo metodo di riproduzione. Se ad un ramo di Rosa, ad es., viene posto intorno un vaso di terra umida, in modo opportuno, il ramo in corrispondenza della terra emette radici avventizie e quindi si può staccare con un taglio al disotto del vaso dalla pianta madre e riportare, volendo, in vaso più grande insieme con la terra (fig. 305).

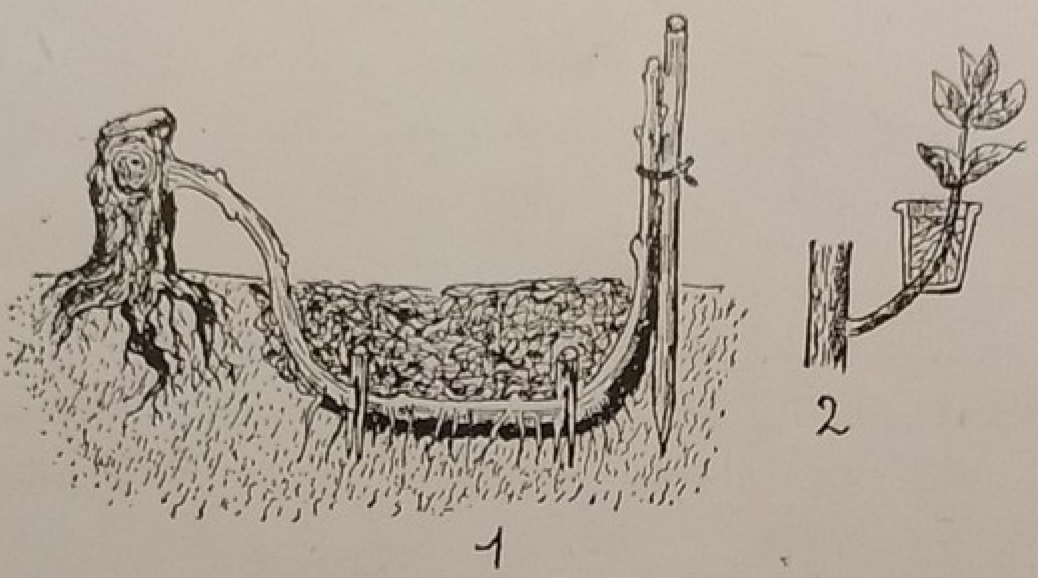


Fig. 305 – 1. Riproduzione per *propaggine* di un ramo di vite. – 2. Riproduzione per *margotta*.

Innesto. – L'innesto viene praticato specialmente dai frutticoltori perchè con questa forma di riproduzione vegetativa essi riescono a ottenere prodotti sempre migliori e varietà ricercate. L'innesto può essere fatto per *approssimazione*; a *marza*; ad *occhio*.

L'*innesto per approssimazione* (fig. 306) si ha tagliando obliquamente tanto il ramo del *soggetto* che quello dell'*innesto*, in modo che, accostandosi le due sezioni, esse combaciano fra loro; poi si fascia strettamente con *cera da innesti*. In tal modo l'*innesto* con la sua gemma si sviluppa, giacchè i suoi tessuti si saldano così intimamente a quelli del *soggetto* da formare con esso un corpo solo. Il vantaggio che così si ottiene, in questa, come nelle altre forme di innesto, è quello di far conservare all'innesto tutti i suoi caratteri facendone aumentare però il suo vigore vegetativo, specie se è un albero selvatico non ancora esaurito dai ripetuti incroci e dai trattamenti a coltura forzata.

L'*innesto a marza* può essere a *spacco* o nella *corteccia* o di *fianco*.

L'*innesto a spacco* (fig. 307) consiste nel tagliare trasversalmente il tronco del soggetto, nel fare uno spacco lungo un diametro del tronco, nell'introdurre in questo spacco il ramo o i rami da innestare, tagliati a cuneo inferiormente. Se si fa un taglio longitudinale nella corteccia del soggetto troncato e si applica

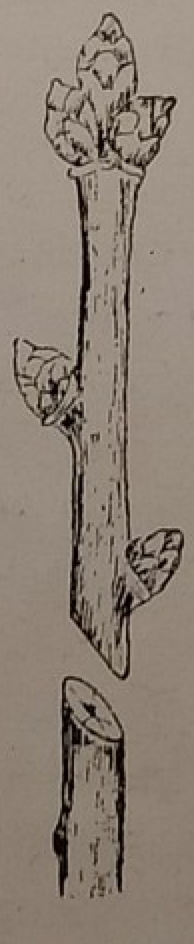


Fig. 306. Innesto per *approssimazione*.

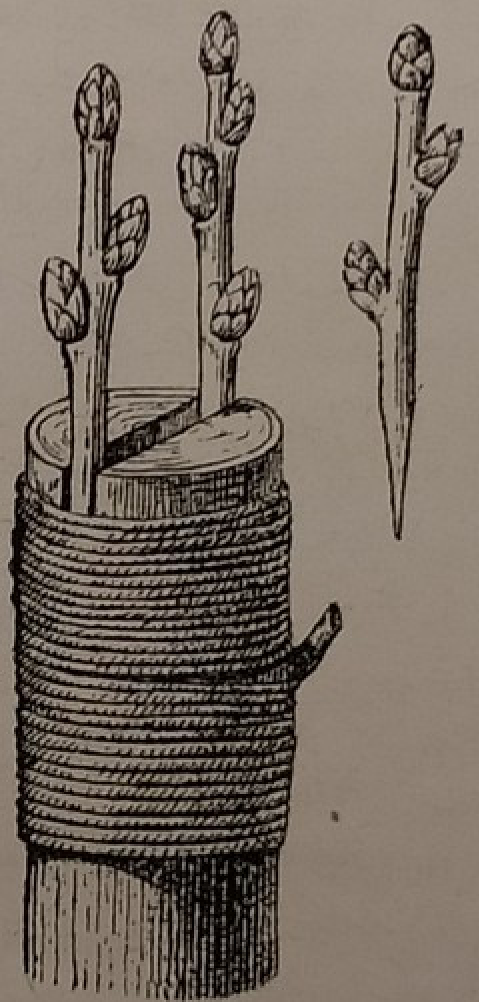


Fig. 307 – Innesto *a spacco*.

Fig. 308 – Innesto *a occhio* (gemma).

l'innesto con la parte assottigliata dentro questo taglio in modo da esserne poi ricoperto dai bordi sollevati della corteccia stessa, si ottiene l'*innesto nella corteccia*. Si ha poi l'*innesto di fianco* se si accosta il ramo dell'innesto ad una intaccatura longitudinale fatta nel tronco del soggetto.

Innesto ad occhio. Molto usato è questo innesto, che consiste nel prendere una gemma anzichè un ramo dall'innesto; nel fare un taglio nella corteccia del soggetto così da potervi introdurre la gemma (*occhio*), e nel fasciare tutto intorno strettamente (fig. 308).

MOVIMENTO E SENSIBILITA'

Contrariamente alla opinione diffusa che le piante siano condannate alla immobilità, si può constatare invece nelle piante diverse specie di movimenti. Infatti si distinguono dei movimenti che si manifestano con una vera e propria *locomozione* che interessa il corpo intero o parte staccata di esso, o con spostamenti e curvature di organi o di parti del corpo della pianta fissata al suolo (*movimenti di curvatura*). Si chiamano **tattismi** i movimenti di direzione o di orientazione di un'intera pianta o di parte di essa, che è in grado di muoversi liberamente, sotto l'azione di uno stimolo (luce, temperatura, sostanze chimiche, ecc.); onde si distingue un *fototattismo*, un *termotattismo*, un *chemotattismo*, ecc.

La *locomozione* si verifica, ad es., nei *plasmodi* dei *Mixomiceti* che hanno caratteristico movimento *ameboide*. Così pure le *zoospore* ossia *spore cigliate*, si muovono nell'acqua valendosi delle loro ciglia vibratili.

La formazione di zoospore è, del resto, diffusissima nelle Crittogame; come pure diffusissimo è il movimento dei gameti maschili o *anterozoi*, allorchè essi vanno in cerca della cellula uovo. Una locomozione totale compiono alcune Alghe unicellulari come le *Oscillarie*, le *Desmidiacee*. Fra queste il *Closterium*, ad es., sottoposto a una luce unilaterale, si dirige a poco a poco verso la luce stessa con una serie di rivolgimenti del corpo. Sotto l'azione della luce i *granuli di clorofilla* contenuti entro le cellule del parenchima fogliare si dispongono in modo diverso a seconda che la luce non troppo forte colpisca perpendicolarmente la superficie della foglia (*posizione di faccia*) (fig. 309^{B})

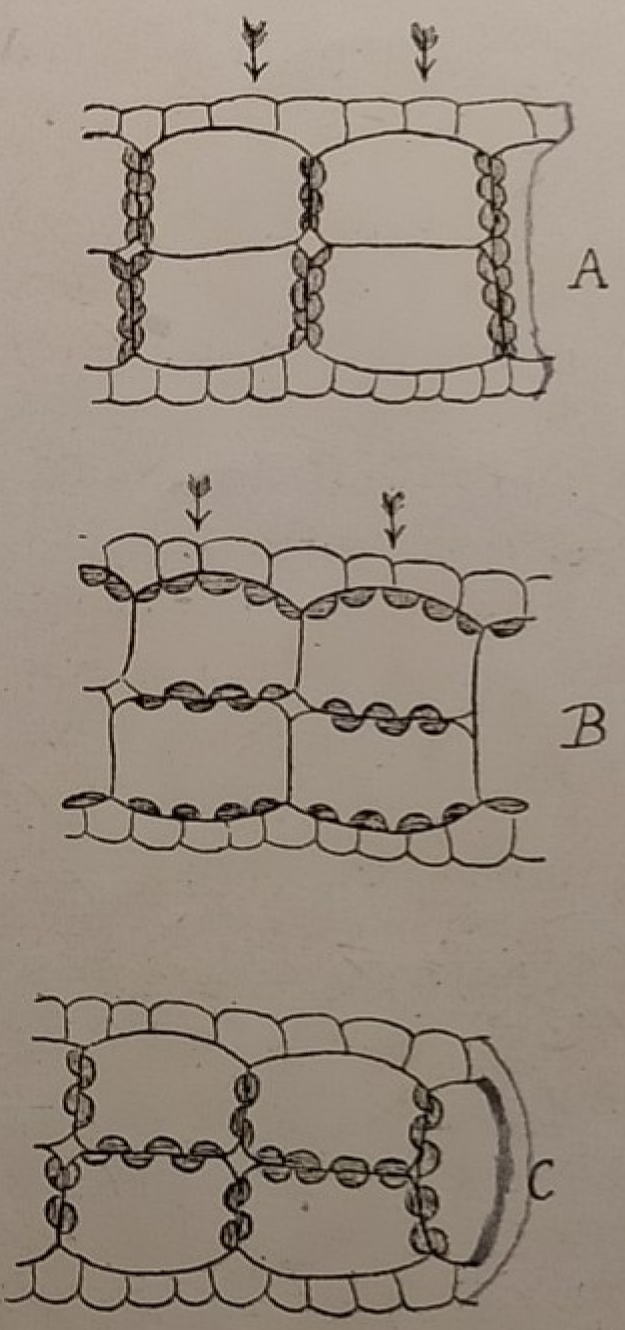


Fig. 309 – Diversa posizione dei granuli di clorofilla nelle cellule della lente d'acqua (*Lemna*) a seconda dell'intensità della luce.

A) a luce solare diretta - *B*) a luce diffusa - *C*) di notte.

o, sempre con questa direzione, abbia grande intensità (*posizione di profilo*) (fig. 309A). Al buio i granuli si dispongono come nella fig. 309C. Tutto ciò sta in relazione con la necessità di usufruire dell'*optimum* di intensità luminosa.

I movimenti di curvatura possono essere dati da stimoli provenienti dall'*interno* della pianta o da agenti *esterni*.

Nel primo caso si parla di movimenti *spontanei* od *autonomi*, nel secondo di movimenti *paratonici* o provocati. Questi a loro volta possono essere di due specie: *tropismi* e *nastie*.

Movimenti spontanei o autonomi. – Movimenti *spontanei*, dovuti ad eccitazioni interne, si osservano molto bene nelle foglie del *Desmodio oscillante* (*Hedisarum gyrans*), Leguminosa dell'India, o anche nella *Acetosella* (*Oxalis acetosella*), pianta comune da noi. Queste foglioline compiono dei movimenti continui oscillatori, descrivendo delle ellissi con le loro estremità libere. La velocità con cui si compie questo movimento nel Desmodio è assai vivace, e può compiersi un intero giro in mezzo minuto, purchè la temperatura sia sui 30°-35° C.

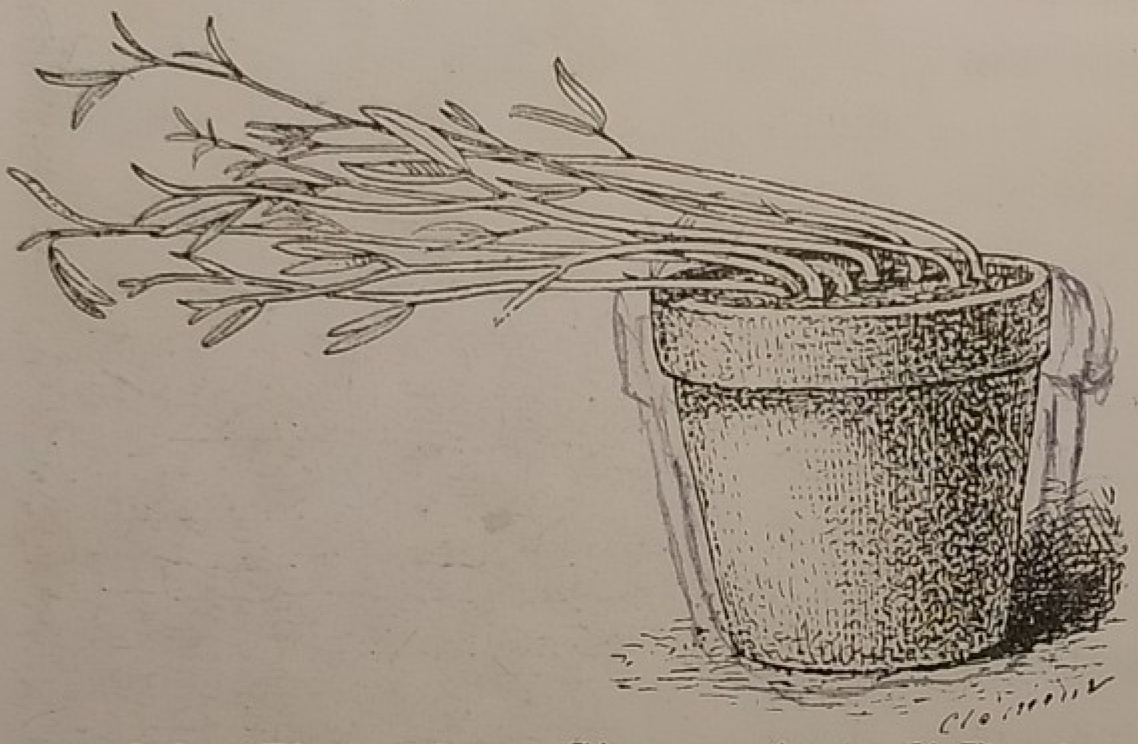


Fig. 310 – Eliotropismo. Giovane pianta di Veccia esposta a luce unilaterale.

La *Ruta* presenta movimenti spontanei negli *stami*, i quali si incurvano lentamente verso il pistillo, uno dopo l'altro, assicurando così la impollinazione.

Movimenti autonomi sono quelli così detti di *nutazione* e *circumnutazione* che alcuni organi della pianta compiono durante l'accrescimento prima di raggiungere la loro posizione definitiva. Così la parte apicale dei fusti in via di accrescimento descrive nello spazio una curva a spirale di *circumnutazione*, che è specialmente notevole nelle piante così dette *volubili* (Fagiuolo, Convolvolo, Luppolo). L'avvolgimento intorno ad un sostegno di queste piante può compiersi (visto dal di sopra) nella stessa direzione del movimento delle lancette di un orologio (piante *destrorse*, es. Luppolo), o in direzione contraria (piante *sinistrorse*, es. Fagiuolo, Convolvolo). Tale avvolgimento dipende non soltanto dal movimento circolare dell'apice ma anche dal *geotropismo*.

Anche nelle piante rampicanti i così detti *viticci* eseguiscono movimenti di circumnutazione; però giunti a contatto con un sostegno vi si attorcigliano intorno per effetto dello stimolo di contatto che agisce in senso unilaterale e provoca un accrescimento maggiore dalla parte del viticcio non a contatto con il sostegno (*tigmotropismo*). Sono piante rampicanti il Pisello, la Vite, la Vite del Canadà.

Movimenti paratonici. – Questi movimenti possono essere di due specie: *tropismi* o *nastie*. I *tropismi* sono movimenti di orientazione dei diversi organi della pianta fissa al suolo, per cui essi, sotto l'influenza di uno stimolo esterno, assumono una determinata posizione rispetto alla direzione dello stimolo stesso. È per questo che la giovane pianticella nata dal seme orienta la sua radichetta verso il basso, il suo fusticino verso l'alto; ossia fa assumere a questi organi la posizione che permette a loro di funzionare nel modo migliore.

Le *nastie* sono movimenti determinati anch'essi da uno stimolo esterno, ma che non si compiono nella direzione dello stimolo, come avviene per i tropismi, bensì in qualunque direzione.

Fig. 311 - *Linaria Cymbalaria.*

Tropismi. – A seconda che lo stimolo è dato dalla *luce*, dalla *forza di gravità*, dalla *umidità*, dal *contatto*, si distinguono diverse specie di tropismi: *fototropismo*; *geotropismo*; *idrotropismo*; *tigmotropismo*.

Fototropismo od eliotropismo. – Non sarà sfuggita a molti la seguente osservazione. Se una pianta ornamentale dei nostri appartamenti, come, ad es., un Geranio, viene fatta crescere presso una finestra in modo che riceva luce soltanto da una parte, e non sia cambiata di posizione per un certo periodo di tempo, si nota che i rami recanti le foglie ed i fiori anzichè crescere diritti, si sono incurvati verso la sorgente luminosa. Possiamo ripetere l'esperienza con maggiore precisione mettendo una pianta in una camera oscura in cui si trova una fenditura da cui entri un fascio di luce; l'incurvamento degli steli è allora assai più evidente (fig. 310). Tale movimento di curvatura si chiama *fototropismo* od *eliotropismo*. Esso si compie nella medesima *direzione* da cui proviene lo stimolo. Nel caso sopra considerato esso si compie inoltre accostandosi alla sorgente di esso e dicesi perciò *fototropismo positivo*. Può darsi infatti, in altri casi, che esso si compia allontanandosi da tale sorgente (*fototropismo negativo*), come si verifica in alcune radici aeree e nella radichetta del Vischio.

Un determinato organo di una pianta può anche reagire in modo diverso al medesimo stimolo. Così i peduncoli fiorali della *Cimbalaria dei muri* (*Linaria Cymbalaria*) (fig. 311), una graziosa pianticella che cresce sui vecchi muri, sono dapprima positivamente fototropici, ma dopo avvenuta l'impol-

linazione diventano negativamente fototropici, incurvandosi verso il muro, nelle fessure del quale spingono e nascondono i giovani frutti capsulari a scopo di disseminazione.

Geotropismo. – Lo stimolo è dato in questo caso dalla *forza di gravità*, e può aversi un *geotropismo positivo* (verso il basso) ed uno *negativo* (verso l'alto). È in conseguenza di questo stimolo che la radice e il fusto di una medesima pianta si dispongono nella medesima linea verticale; ma il fusto si dirige verso l'alto, mentre la radice si dirige verso il basso. Quando il giardiniere o il seminatore sparge i suoi semi nel terreno egli non si preoccupa certo di sapere come e dove cadrà il seme; ma quando questo comincia a germogliare, ed emette la sua radichetta e il suo fusticino, queste parti, qualunque sia la posizione dell'embrione, si orienteranno sempre in modo determinato; ossia la radichetta verso il basso e il fusticino verso l'alto.

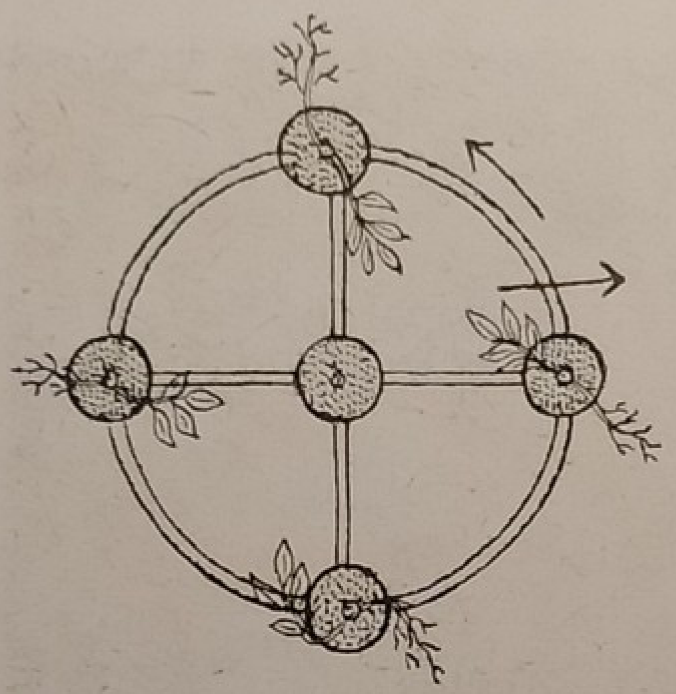


Fig. 312 – Geotropismo nelle radici. Esperienza di Knight. La ruota è disposta verticalmente e in rotazione rapida; le radici si dispongono allora in direzione centrifuga e i fusti in direzione centripeta.

Che sia la forza della gravità che agisce su tale orientamento si può arguire dalla direzione assunta da queste parti della pianta, direzione che è quella del filo a piombo. Ma si possono fare alcune esperienze che valgono a dimostrarlo (esperienze di Knight).

Se si fissano, ad es., delle pianticelle di Lupino, di Fava sul contorno di una ruota posta *verticalmente* e di circa 40 cm. di raggio, e poi si fa girare la ruota con movimento rapido (da 150 a 200 giri al minuto) in modo da dare origine a una notevole forza centrifuga, si vede la radice dirigersi nello stesso senso della forza centrifuga sul prolungamento del raggio, verso l'esterno, e i fusti verso l'interno. Ossia l'orientamento delle parti della pianta non essendo più determinato dalla forza di gravità, ma da quella centrifuga, avviene nella direzione di questa (fig. 312).

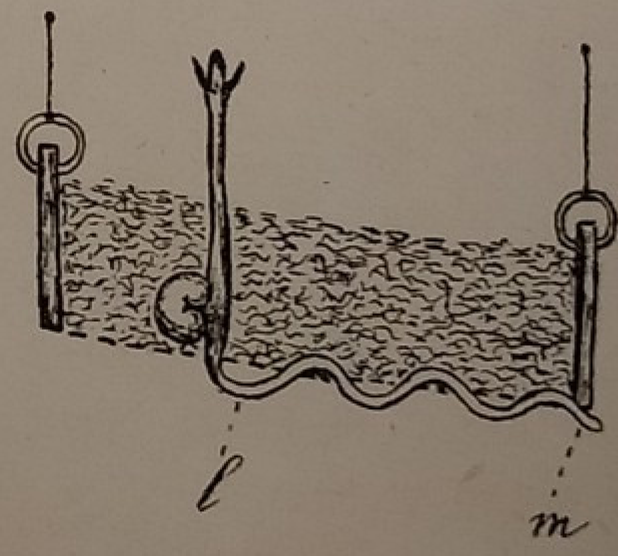


Fig. 313 – Idrotropismo delle radici.

La radice (l) germinata da un seme di Pisello si dirige col suo apice (m) verso la parte della cassetta tenuta inclinata dove si è accumulata la maggiore umidità.

Se poi la ruota anzichè essere posta verticalmente, fosse posta *orizzontalmente* e quindi mobile intorno a un asse verticale, la radice si disporrebbe verticalmente in basso qualora la ruota stesse ferma; si disporrebbe invece secondo la *risultante* della forza di gravità e della forza centrifuga qualora noi imprimessimo alla ruota un movimento rapido di rotazione in modo da sviluppare una conveniente forza centrifuga.

A dare però l'orientamento al fusto delle piante concorre anche l'azione della luce e di altri fattori esterni ed interni non ancora ben noti. È in seguito a reazioni geotropiche che gli steli delle biade coricati dal vento tornano a raddrizzarsi.

Idrotropismo. – Talvolta l'azione geotropica positiva è vinta dalla forza attrattiva esercitata sulla radice dalla umidità (*idrotropismo*). Mettendo una giovane pianticella in una cassetta sospesa e avente il fondo a setaccio inclinato e sparso di segatura di legno imbevuta d'acqua, la radice anzichè svilupparsi verticalmente in basso, si dirige obliquamente verso la parte più umida della cassetta, descrivendo anzi più di una curva geotropica (fig. 313).

Fig. 314 - Il fiore di Croco si chiude quando incomincia il freddo della sera.

Tigmotropismo. – I *cirri* o *viticci* di molte piante appena che con la loro punta toccano un corpo solido vi si attorcigliano intorno, poichè in corrispondenza del contatto si ha un ritardo nell'accrescimento, mentre dalla parte opposta, un accrescimento della turgescenza determina un allungamento considerevole con conseguente curvatura dell'organo sul supporto.

Chemotropismo. – Si tratta di stimoli di natura chimica, e noi abbiamo già visto un esempio nell'esperienza di Engelmann sui bacteri avidi di ossigeno (vedi funzione clorofilliana).

Nastie. – I movimenti nastici provocati da stimoli diffusi possono essere determinati anch'essi da *luce*, *calore*, *sostanze chimiche*, *urti* o *scosse meccaniche*. Di solito il movimento si compie per l'intervento di parecchi stimoli che agiscono contemporaneamente.

Così alcuni fiori, come quelli di Tulipano, di Croco, di Colchico, con l'elevarsi della temperatura si aprono, mentre si richiudono con l'abbassarsi di questa (fig. 314). Le infiorescenze delle Margherite e di altre Composte si aprono all'apparire della luce e si richiudono quando sopravviene l'oscurità.

Nella notte le foglie di alcune piante assumono la così detta *posizione di sonno* (fig. 315). Così, ad es., le foglioline della foglia pennato-composta della

Robinia e altre Leguminose di notte stanno disposte verticalmente in giù, e questo sembra in relazione col vantaggio che ne trae la pianta difendendosi così dalla rugiada e dal raffreddamento notturno.

Le cause di questo movimento sono dovute a *variazione di turgore* dei *pulvini motori* adulti che stanno alla base delle foglioline. Questi *pulvini* sono dei cuscinetti, con cellule piene di acqua e perciò turgide. Sotto l'influenza dell'oscurità, che va facendosi sempre più profonda al tramontare

Fig. 315 - Posizione di veglia (a sinistra) e di sonno (a destra) nella *Bauhinia*, liana tropicale (da « *Sapere* »).

del sole, si determina una variazione nel turgore del cuscinetto, nel senso che questo turgore aumenta nella metà superiore del pulvino rispetto alla metà inferiore, per cui il pulvino si incurva e la foglia si abbassa.

Analogamente in alcune piante si verificano movimenti nelle foglie in seguito ad un urto, ad una scossa, o a qualche eccitamento meccanico (*seismomastie*: da *seismos* = scossa, urto). Famosa è a questo proposito la *Mimosa pudica* (*Sensitiva*) che ha le foglie composte di tante foglioline, con pulvini non solo alla base delle foglioline ma anche alla base dei picciuoli *secondari* e alla base del picciuolo *primario* (qui ce n'è uno solo).

Per uno scuotimento generale della pianta vediamo abbassarsi il picciuolo *primario*, chiudersi le foglioline, e avvicinarsi fra loro i picciuoli *secondari*. Invece se si taglia una fogliolina posta ad una estremità, o si scotta con un fiammifero (fig. 316), il movimento di chiusura si propaga a poco a poco a tutte le altre foglioline, poi ai pulvini *secondari*, che fanno abbassare i pic-

ciuoli secondari, poi al pulvino *primario* che fa abbassare tutta la foglia composta. L'incurvamento è dovuto alla *rapida uscita di acqua* dalle cellule negli intercellulari nella metà del pulvino che si fa concava, per cui la metà stessa si accorcia rapidamente; mentre nella *posizione di sonno*, l'incurvamento, come si è detto, è dovuto invece ad un *aumento di pressione e di turgore*.

Inoltre nella posizione di sonno delle Robinie, le foglioline si chiudono una contro l'altra verso il basso, cioè facendo aderire le loro pagine inferiori; mentre nella Sensitiva si chiudono verso l'alto, cioè facendo aderire una contro l'altra la loro pagina superiore.

Movimenti di curvatura dovuti a stimoli *chimici* si osservano, ad es., nella *Drosera*, pianta carnivora i cui tentacoli si incurvano specie in seguito allo stimolo chimico provocato dalle sostanze albuminoidi (carne) che formano il corpo dell'insetto posatosi su di essa, come abbiamo già ricordato a proposito dei modi speciali di nutrizione delle piante insettivore.

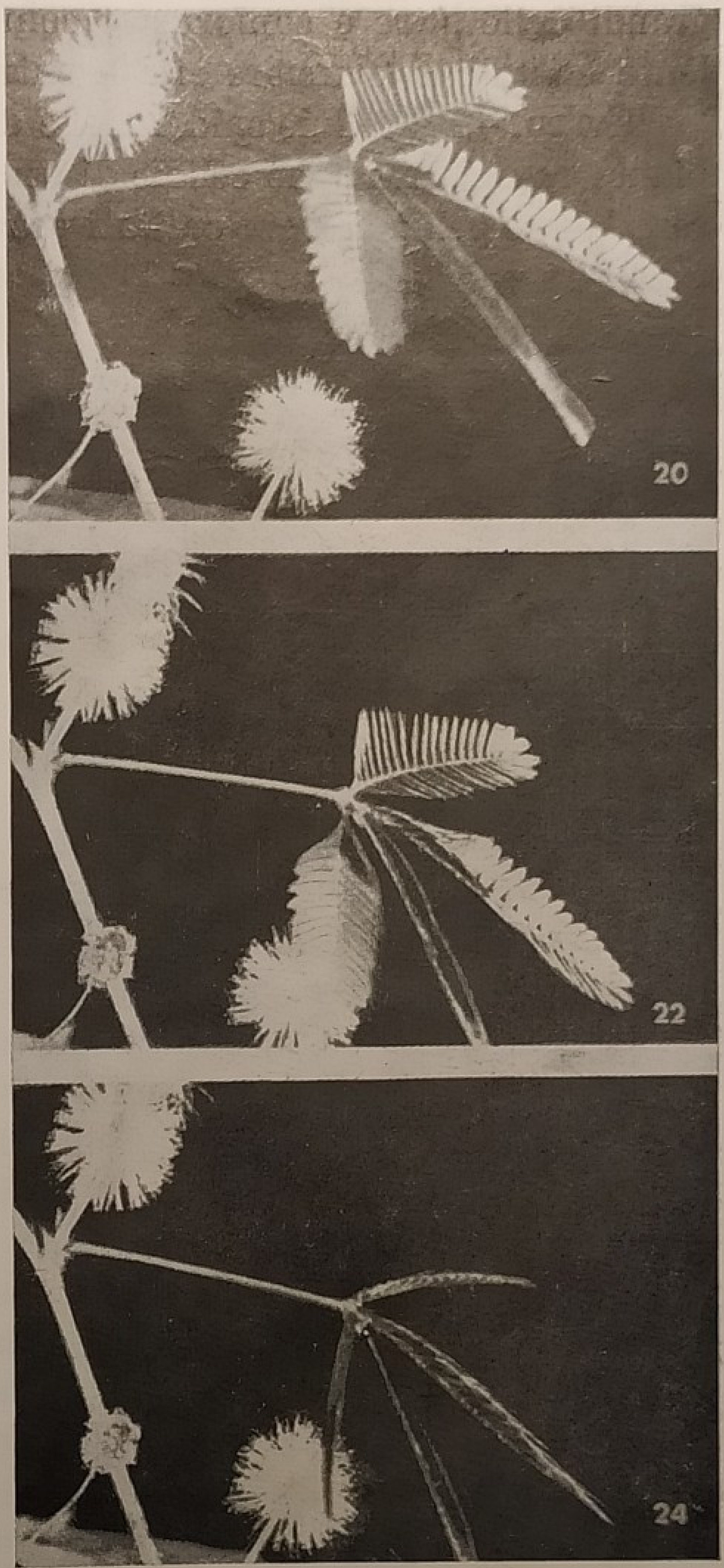


Fig. 316 – La *Mimosa pudica* reagisce se si brucia appena l'apice di una sua fogliolina apicale, chiudendo a poco a poco le singole foglioline fino ad assumere la così detta posizione di riposo e di sonno (20, 22, 24) (da « *Sapere* »).

Organi di senso delle piante. – Poichè, come abbiamo visto, i diversi organi di una pianta rispondono in modo vario agli stimoli luminosi, chimici, di contatto, ecc., si è posto il quesito se anche le piante posseggano *organi di senso specifici* come gli animali.

Secondo l'Haberlandt e altri, la risposta è affermativa.

Luce. – L'organo di senso per la luce si trova nella epidermide delle foglie. Infatti le cellule dell'epidermide sono fatte in modo da agire come lenti trasparenti, e atte a concentrare la luce negli strati cellulari sottostanti, sia per il loro contenuto acquoso, sia per la loro forma un po' curva. Anzi in alcuni casi (*Fittonia Verschaffeltii*) si trovano cellule epidermiche più

grandi delle altre e conformate come un occhio, con una specie di cornea, lente cristallina e umore rifrangente (fig. 317).

Tatto. – Le cellule epidermiche della estremità dei *cirri* e dei *viticci* delle piante rampicanti sono cellule di senso *tattili*. La Sensitiva, le piante *carnivore*, hanno *peli tattili* che eccitati provocano determinati movimenti (fig. 318).

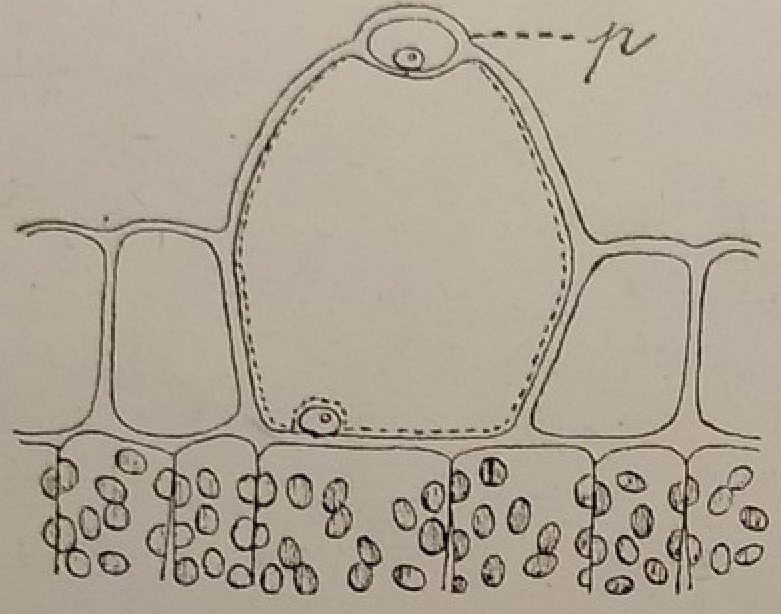


Fig. 317 – Papilla visiva di pianta con (*p*) lente corneale.

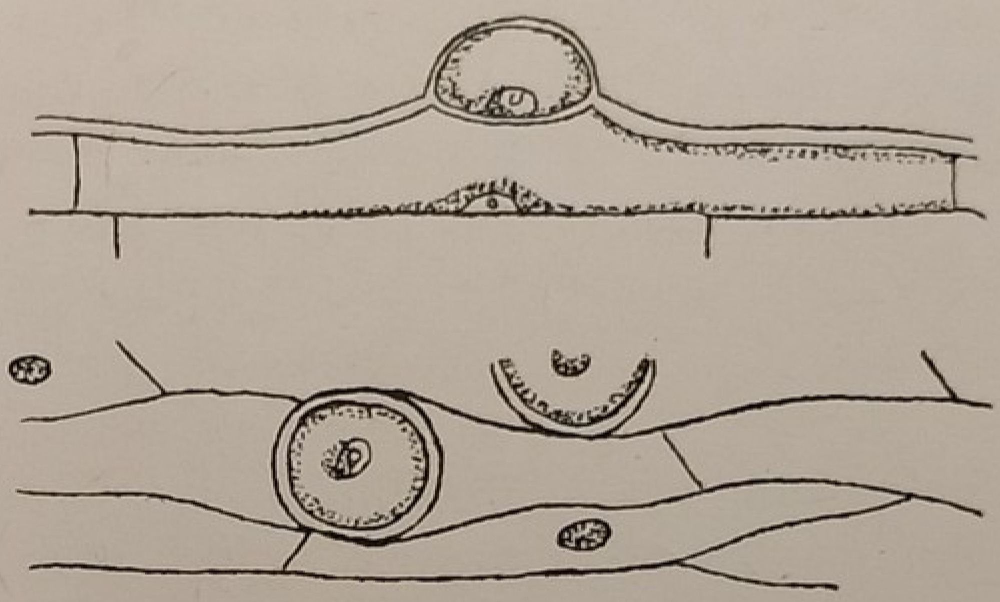


Fig. 318 – Papille tattili di una pianta, in sezione e in proiezione.

Organi specifici per il geotropismo. – Nelle cellule costituenti la *pileoriza* delle radici si trovano *granuli speciali di amido* che possono occupare porzioni diverse nella cellula, spostandosi entro di essa con lo spostarsi della radice. Ora se la radice si trova nella sua posizione normale i granuli di amido poggiano sul fondo della cellula (fig. 319); se la radice viene rovesciata, i granuli, premendo contro la parete opposta della cellula, determinano uno stimolo tale nel protoplasma sensibile da indurre questo a far compiere un movimento di curvatura alla radice, tale da rimetterla nella sua posizione normale.

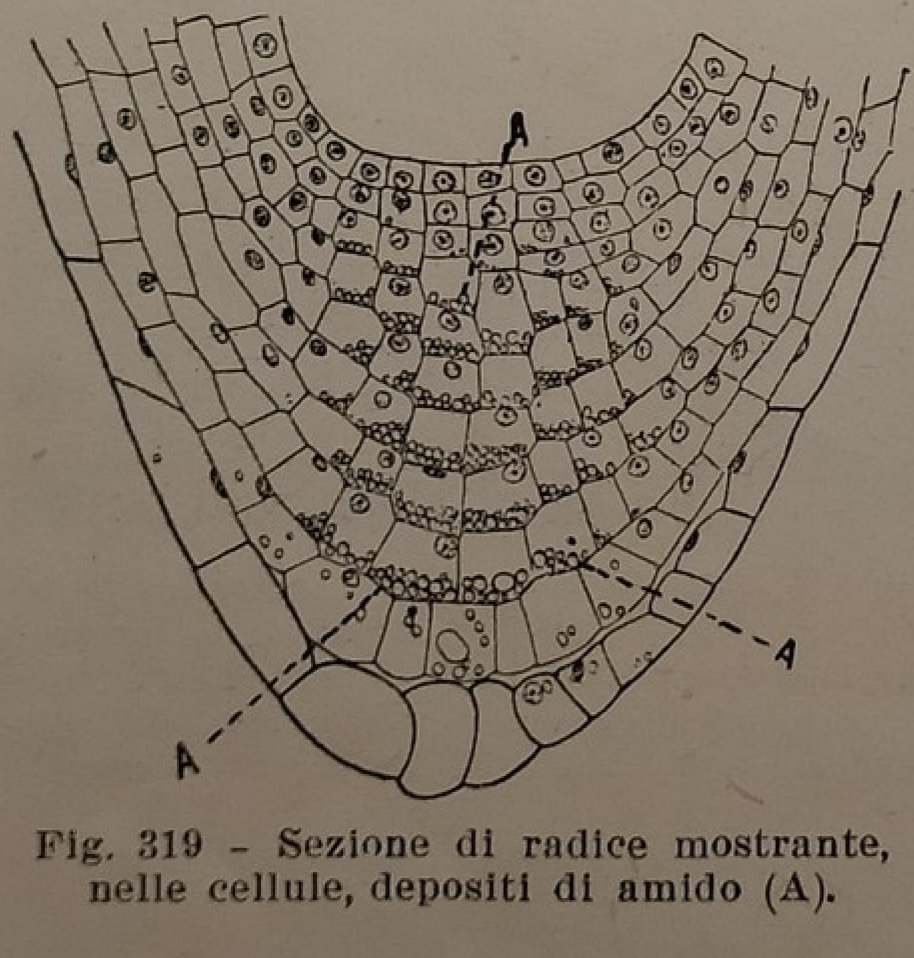


Fig. 319 – Sezione di radice mostrante, nelle cellule, depositi di amido (A).

Insomma questi granuli agirebbero come le *statoliti* o pietruzze calcaree che si trovano nelle *statocisti*, ossia in quegli organi di senso dell'equilibrio del corpo che sono così frequenti negli animali inferiori; agirebbero cioè come *organi di senso per l'orientamento*.

Comunque avvenga questa particolare eccitabilità che si riscontra in certi organi delle piante, è necessario però che si abbia una trasmissione dello stimolo attraverso il corpo della pianta affinchè si determinino movimenti opportuni in organi lontani. Per gli animali la trasmissione, come si sa, si compie a mezzo del *sistema nervoso* che fa da conduttore; ma poichè nelle piante questo manca, si ritiene che la

trasmissione degli stimoli si compia attraverso le finissime comunicazioni protoplasmatiche esistenti fra cellula e cellula. Nel caso della Mimosa, il tessuto conduttore dello stimolo sarebbe un vero e proprio tessuto specifico formato da cellule allungate tubulari disposte in file longitudinali.

Movimenti di natura semplicemente fisica. – A differenza dei movimenti descritti fino ad ora, che sono dovuti all'attività del protoplasma, questi movimenti si manifestano in organi secchi e morti della pianta, e sono dovuti ad assorbimento di acqua operato dalle pareti cellulari (*imbibizione*) o a perdita di essa. Così, ad es., le valve dei frutti del Fagiuolo e delle Leguminose in generale si aprono con la siccità per le contrazioni disuguali che si verificano in esse durante il disseccamento. Altri frutti secchi si aprono con scatto lanciando lontano i semi (*Ginestra*, *Geranio*). Altri, come quelli dell'Avena e dell'Erodio, si avvolgono a spira o si distendono a seconda dello stato igrometrico dell'aria, interrandosi a poco a poco, come si è visto a proposito della disseminazione.

PARTE TERZA

LE PIANTE E L'AMBIENTE

Se gli animali sono legati all'ambiente in cui vivono da stretti rapporti, come si rileva dallo studio della loro organizzazione generale e particolare e dalle loro abitudini di vita, a maggior ragione questo si deve dire per le piante, le quali dal suolo e dall'aria traggono direttamente il loro alimento, e non possedendo la mobilità degli animali, compiono il loro ciclo vitale nel luogo ove nacquero, o compiono soltanto migrazioni passive.

Condizioni fisico-chimiche dell'ambiente. – Queste sono date soprattutto dal *clima*, vale a dire dal complesso delle condizioni meteorologiche che sono proprie di una determinata regione, e dalla *natura del mezzo* variabile a seconda che si tratti di piante terrestri o acquatiche; e poi dalla luce, dal calore, dall'aria e da tanti altri fattori. Fra le condizioni meteorologiche che concorrono a formare un determinato clima hanno soprattutto influenza la *temperatura* e l'*umidità*.

TEMPERATURA. – In generale la vita della pianta è possibile soltanto entro certi limiti di temperatura, che vanno da un minimo di 0° C. a un massimo di 40°-50° C., e si svolge regolarmente intorno ad un *optimum* variabile naturalmente da organismo a organismo. Per lo più a basse temperature le piante gelano, e a temperature troppo alte non resistono. Ma vi sono specie capaci di sopportare freddi intensi e caldi eccessivi. Così, ad es., certe Alghe unicellulari, che vivono sulla neve (alle quali si deve il fenomeno della *neve rossa*) sopportano temperature da 6° a 36° C. sotto zero; mentre certe Diatomee, secondo le esperienze di PICTET, resistono anche ad una temperatura di — 200° C. Altre Alghe (*Cianoficee*) sopportano invece l'altissima temperatura di certe sorgenti termali.

Certe parti della pianta poi, come i semi, ad es., possono conservare il loro potere di germogliamento anche se portati a temperature di 75° C.; e non parliamo poi delle *spore dei Bacteri* che muoiono solo a temperature di 130° C. e più ancora.

L'alternarsi dei periodi di riposo coi periodi di vegetazione nelle piante è in dipendenza della temperatura. Nelle nostre zone temperate il riposo si ha durante l'inverno, nelle zone tropicali nell'estate.

Umidità. – Già parlando della traspirazione, dicemmo come vi siano piante adattate a vivere nei luoghi dove grande è l'umidità dell'aria e altre in luoghi dove predomina la siccità; e parlammo di piante *igrofile* ed *ombrofile* abitatrici del sottobosco con foglie grandi a epidermide sottile e fornita di numerosi stomi; di piante *xerofile* con foglie ridotte a spine, stomi scarsi e altre particolarità strutturali.

Nelle regioni tropicali, dove l'umidità è grande e abbondanti le precipitazioni atmosferiche, la vegetazione è lussureggiante e oltremodo rigogliosa (foreste tropicali ed equatoriali). Invece nelle regioni desertiche la siccità non consente la vita che a specie particolarmente adattate (*Rosa di Gerico*) o non la consente affatto.

Natura del mezzo. – Il *terreno*. Le piante che vivono con le loro radici affondate nel terreno e traggono da questo le sostanze nutritizie sono diverse, a seconda che si tratti di terreni sabbiosi o argillosi, calcarei o silicei, incoerenti o rocciosi, secchi o acquitrinosi. I Larici, che si spingono alle più grandi altezze, hanno radici lunghissime che si insinuano fra le spaccature delle roccie. Le piante alpine hanno in generale radici sviluppatissime, sia per ancorarsi saldamente al suolo e resistere così alla furia del vento, sia per ricercare l'umidità nel profondo sottosuolo, chè i venti dominanti creano un ambiente asciutto contro il quale la pianta deve difendersi.

Sui monti calcarei della Lombardia e del Veneto si trova il *Rododendrum hirsutum*, mentre su quelli silicei si trova il *R. ferrugineum*; il primo con foglie irsute, ciliate, e verdi, ghiandolose di sotto; il secondo con foglie glabre al margine e rosso-ruggine di sotto. Due specie diverse, dunque, a seconda della natura del terreno, la cui influenza di natura chimica, oltrechè fisica, si fa sentire in modo evidente sulla pianta e in modo particolare.

Presso le spiagge marine si trovano piante *alofite* (*amanti del sale*), che contengono *sodio* in grandissima quantità e hanno aspetto grasso e succulento.

L'*acqua*. A seconda che si tratti di acqua marina o di fiume o di lago o di stagno o di palude, la flora è diversa e variamente adattata. Così nel mare prevalgono le Alghe verdi, rosse, brune, fino a una profondità che non supera i 200 metri circa, giacchè più in basso la mancanza di luce non consentirebbe ad esse di vivere, venendo a mancare la luce indispensabile per la funzione clorofilliana. Le Alghe, col loro tallo frastagliato, cespuglioso, ramificato, sono in grado di resistere alla violenza delle onde e delle correnti; usufruiscono del *sodio*, dello *iodio* e del *bromo* che si trovano nell'acqua marina, oltre che dell'anidride carbonica per la sintesi del carbonio. Alcune, come i *Sargassi*, hanno vescicole piene di gas che le mantengono galleggianti. Poche specie si piante di organizzazione superiore, come le *Zostere* e le *Posidonie*, vegetano nelle acque marine, dove formano però in alcuni luoghi estesissime praterie verdeggianti, in mezzo a cui vive tutta

una fauna speciale. Esse, a differenza delle Alghe che assorbono l'acqua e i sali per tutta la superficie del tallo, si ancorano saldamente al fondo

Fig. 320 – A sinistra: *Potamogeton Crispus* L. - A destra: *Potamogeton pusillus* L.

Fig. 321 – *Nymphaea alba* L.

con le loro radici, che funzionano anche da organi di assorbimento, prendendo dal terreno l'acqua e i sali nutritizi, come fanno le piante terrestri.

Nelle acque dolci, numerose sono le specie appartenenti ai più diversi gruppi vegetali, adattate all'ambiente acquatico; adattamento che si manifesta in mille modi sia nella conformazione esterna che nella struttura interna.

I *Potamogeton* (fig. 320), i *Myriophillum* si saldano con le loro radici al suolo e stanno completamente sommersi; altre specie, come le *Ninfee* (fig. 321, 322), tengono le foglie distese alla superficie; altre hanno le foglie in parte sommerse in parte emerse, aeree (*Sagittaria*); altre galleggiano sul-

Fig. 322 - Ninfee.

Fig. 323 - I delicati e graziosi fiori della Soldanella.

l'acqua (*Lemna palustris*). In genere in tutte queste piante acquatiche l'assorbimento dei sali nutritizi avviene attraverso al fusto e alle foglie, e grandi lacune aerifere si trovano nei tessuti sottostanti alle epidermidi; scarso numero di vasi conduttori; atrofia di apparati di sostegno in conformità con le esigenze dell'ambiente acquatico.

Formazioni vegetali. – Si chiamano *formazioni vegetali* quelle associazioni di piante appartenenti alle specie più diverse, ma che presentano condizioni di adattamento all'ambiente tali da imprimere alla associazione stessa un carattere, e, per così dire, una fisonomia propria, distinta da quella di altre associazioni consimili. Così si distinguono formazioni *arboree*, *erbacee*, *desertiche*, con numerose forme di passaggio fra le une e le altre.

Tra le *formazioni arboree* si distinguono le *foreste* ed i *boschi*. Le *foreste vergini delle regioni equatoriali* sono caratterizzate da alberi alti, fitti, appartenenti a specie diverse, e da un intricatissimo sviluppo di *liane*, che rendono impenetrabile l'ingresso nella foresta, e creano in essa una atmosfera umida e opprimente.

La temperatura elevata e le piogge abbondantissime dànno alla vegetazione uno sviluppo esuberante. Tali sono le foreste dell'Amazzonia, della Guinea, del Congo. A queste, procedendo verso i tropici, fanno seguito le *foreste tropicali*, meno dense, ma non meno ricche di specie, e con numerose piante *epifite*, che vivono cioè sugli alberi, lasciando pendere nell'aria umida e calda le loro radici; tali, ad es., le *Orchidee* dai magnifici fiori variopinti.

Dove il clima è *temperato* si hanno i *boschi* caratterizzati per lo più da una o poche essenze vegetali (boschi di Castagno, di Pini, di Abeti). Il sottobosco è povero di specie, come nelle foreste di Pini e di Abeti degli alti monti e delle regioni più settentrionali della Terra. Il clima *temperato caldo*, quale è quello delle coste mediterranee, consente lo sviluppo di *macchie* e *boscaglie* a piante sempreverdi e persistenti, con adattamento alla *xerofilia*, rilevabile dalle foglie coriacee e da altri caratteri strutturali (es. Alloro, Mirto, Leccio, Ulivo).

Fig. 324 – Soldanella.

Fanno passaggio alle formazioni erbacee le *savane* del Sudan; i *campos* del Brasile; i *llanos* del Venezuela; la *jungla* dell'India, costituite prevalentemente da erbe altissime, che spuntano dopo le piogge e formano come un mare di vegetazione da cui si elevano ogni tanto poche e rare specie legnose, come i *Baobab* giganteschi, e gruppi di Tamarindi e di Acace.

Tra le *formazioni erbacee* abbiamo le *steppe*, le *praterie*, i *pascoli*.

Le steppe delle regioni temperate sono formate da Graminacee verdi e rigogliose durante la stagione piovosa, secche durante quella asciutta, e non vi sono alberi. I *prati*, pure delle regioni temperate, sono coperti di erbe basse, e costituiscono per la maggior parte formazioni artificiali; mentre i *pascoli* sono propri della montagna. Le *steppe* rappresentano una formazione di passaggio graduale dalla savana al *deserto*, privo, o quasi, di vegetazione, salvo che nelle *oasi*, isole di vegetazione lussureggiante originatesi per l'affiorare di falde acquifere. Formazioni semidesertiche cespugliose sono le *brughiere* (da *brugo*, *Calluna vulgaris*), con Mirtilli e Licheni arborescenti.

Le *tundre* delle regioni artiche sono formazioni a base di Muschi e di Licheni. Nell'inverno la tundra è coperta di neve; nell'estate si trasforma in una pianura *torbosa* e *acquitrinosa*. Dove il suolo non sgela mai si ha il *deserto polare*, come nella Groenlandia, nelle isole artiche e nella calotta polare antartica.

Notiamo infine come la distribuzione secondo la latitudine di queste formazioni vegetali corrisponda anche a quella in *altitudine*; tanto che, immaginando di salire dai piedi verso la cima di un'alta montagna posta all'equatore, incontreremmo un succedersi di formazioni vegetali che dalla foresta passano al tipo boscoso, stepposo, e poi delle tundre e delle torbiere. La flora dell'alta montagna ha infatti delle analogie con quella nordica e artica; stature nane; agglomeramento delle pianticelle in forma di cuscinetti seminascosti nelle anfrattuosità delle rocce allo scopo di usufruire del riparo e del calore irradiante; rivestimenti pelosi a difesa contro la insolazione e la siccità; apparati radicali formidabili contro la forza del vento; ricchezza di organi sotterranei (bulbi, rizomi, tuberi); colori smaglianti dei fiori in relazione con l'aria rarefatta e le radiazioni luminose ricche di raggi attinici (figg. 323, 324).

La flora alpina ha caratteri singolari, lo studio dei quali è oggetto di ricerche speciali. In Italia è rinomato il giardino alpino della *Chanousia* sul Piccolo San Bernardo.

La lotta per la vita.

Tutti gli esseri viventi tendono a moltiplicarsi con rapidità. Se non vi fossero ostacoli a questa moltiplicazione la Terra sarebbe in breve coperta dalla discendenza di una sola coppia di individui. LINNEO ha calcolato che se una pianta annua producesse soltanto due semi, e questi dessero altri due semi nell'anno seguente per ciascuno, e così via, in soli venti anni la specie possederebbe un milione di individui. Col tempo si arriverrebbe a un numero di individui così enorme che nessuna regione potrebbe bastare a contenerla. « Perciò nascendo un numero di individui sempre superiore a quello che può vivere, deve certamente esistere una seria *lotta per l'esistenza*, sia fra gli individui della medesima specie, sia fra quelli di specie diverse ». È questa la dottrina di MALTHUS [1] dalla quale il DARWIN prese le mosse per sostenere la sua teoria della selezione naturale e della origine delle specie per trasformazione di altre specie preesistenti, e noi abbiamo voluto qui citarla con le stesse parole del DARWIN.

La lotta per l'esistenza, intesa in senso largo, evita questo eccedere di una specie sopra un'altra e ristabilisce quell'equilibrio che è necessario per l'intera economia della natura.

Ora nella lotta per la vita anche le piante devono difendersi al pari degli animali non solo con armi *dirette*, ma anche con armi *indirette*. E noi abbiamo visto nelle pagine precedenti come le piante si difendano in mille modi contro i pericoli della siccità, del freddo, della voracità degli animali, ecc. Vogliamo ora occuparci delle armi *indirette* e che si riferiscono soprattutto ai rapporti che si stabiliscono fra piante e piante, e piante e animali.

Rapporti delle piante fra loro. – Moltissimi sono i rapporti che si stabiliscono fra pianta e pianta; alcuni amichevoli e tali da svolgersi con reciproco vantaggio, altri di semplice convivenza, altri infine di concorrenza che si risolve a vantaggio di una specie e a danno di un'altra.

---

[1] Il MALTHUS dedusse da questo che il moltiplicarsi eccessivo della specie umana avrebbe portato col tempo alla estinzione della specie stessa, giacchè progredendo essa in ragione *geometrica*, e i mezzi di sussistenza invece in ragione *aritmetica*, sarebbe venuto il momento in cui l'uomo, non trovando più di che sostenersi, non avrebbe fatto che accelerare la sua fine. Onde la dottrina malthusiana della necessità di porre un freno alla straripante natalità. Contro questa dottrina applicata all'uomo insorsero negli ultimi anni le menti più elette, fra cui BENITO MUSSOLINI, che definì tale concezione come una *patacca* scientifica. E infatti essa non è applicabile all'uomo, poichè il numero maggiore di uomini produce anche maggior lavoro e la terra è sufficiente a sostentare un numero di uomini enormemente maggiore di quello attuale! Ma anche considerata come legge naturale, la legge di MALTHUS ha un valore relativo, giacchè non è la penuria dei mezzi di sussistenza a regolare il numero degli individui, bensì *molteplici cause in gran parte ignote*. Sta di fatto però che la lotta per l'esistenza esiste ed esercita un freno potente all'eccessivo moltiplicarsi di una specie.

Fig. 325 – *Lathraea squamaria*, parassita della radice degli alberi frondosi.

Rapporti amichevoli. – Abbiamo già visto altrove esempi di piante che si associano fra loro, traendone reciproco vantaggio (*simbiosi*). Tali i *Bacteri* delle *Leguminose*; tali le associazioni di Funghi con le radici di alcune piante (*micorrize*). Certe piante, come le Querce, i Castagni, i Noccioli, hanno le loro radici prive di peli radicali, ma in compenso sono rivestite da un fitto feltro di *ife fungine* che assorbono l'acqua coi sali disciolti dal terreno cedendola poi alla pianta, mentre questa a sua volta fornisce le sostanze alimentari al Fungo. I *Tartufi* sono i corpi fruttiferi di tali miceli. Tali quelle caratteristiche associazioni fra certe Alghe e certi Funghi che formano i *Licheni*.

Rapporti di convivenza. – Molte piante allo stato naturale vivono insieme ad altre in associazioni armoniche, a volte però con esclusivo vantaggio di una delle specie, senza che ne venga un vero danno all'altra.

Così, ad es., le piante *volubili*, come il Convolvolo, il Luppolo; e le *rampicanti*, come la Vite, la Brionia, l'Edera, si attorcigliano intorno ai fusti di altre piante o si arrampicano intorno ai tronchi degli alberi, e vanno in cerca di luce e di aria valendosi dell'appoggio di piante più robuste, perchè i loro fusti non hanno la forza sufficiente per elevarsi da soli.

Così, ad es., le piante *epifite*, come le Orchidee, che vivono sui rami e sui tronchi degli alberi delle foreste tropicali ed hanno le radici liberamente spioventi nell'aria umida da cui assorbono l'acqua.

Dall'acqua, che scola lungo i tronchi, e che è ricca di sostanze organiche e minerali, traggono alimento molti Muschi, Licheni, e altre Crittogame epifite dei nostri paesi.

Rapporti di esclusivo vantaggio di una specie *con danno* di un'altra sono quelli dati dalle varie forme di *parassitismo*.

Così, ad es., il *Vischio* che vive sui tronchi di certi alberi (Peri, Meli), è una pianta *semiparassita*, perchè trae dall'albero, entro cui ha affondato le sue radici, l'acqua e i sali minerali, mentre dall'aria prende l'anidride

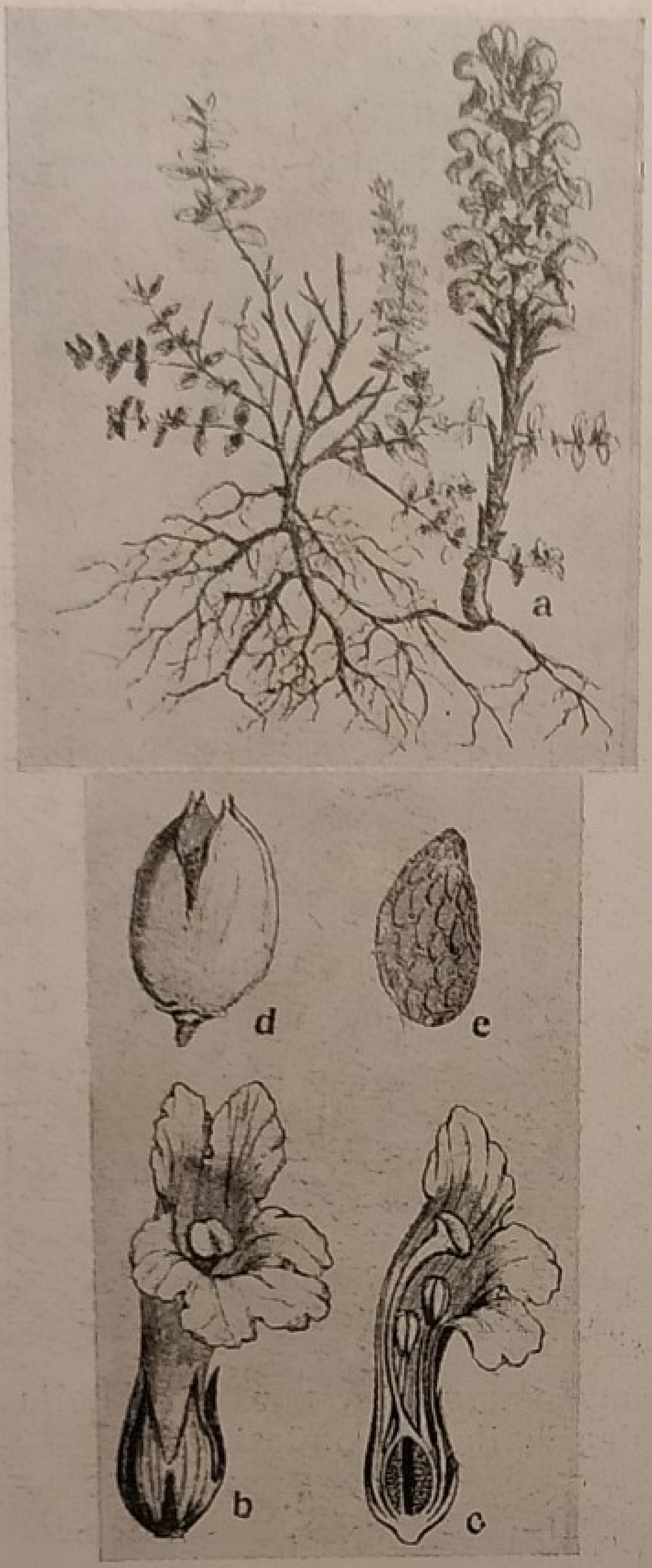


Fig. 326 – Orobanche o Succiamele.

a) pianta in fiore - *b*) fiore - *c*) fiore in sezione - *d*) frutto - *e*) seme.

carbonica, che può utilizzare, possedendo clorofilla nelle sue foglie verdi, per la fabbricazione delle sostanze alimentari, come fanno le altre piante autotrofe.

Parassita nel vero senso della parola è, invece, ad es., la *Lathraea squamaria* (volg. *brucia fava, fuoco dei boschi*) (fig. 325) che assorbe il nutrimento dalla pianta ospite, ed è abbastanza comune sulle radici dei Faggi, Carpini, Olmi, ecc.

L'*Orobanche* o *Succiamele* (*Orobanche*) (fig. 326) si attacca con alcune delle sue radici a quella delle fave e altre piante e le fa presto morire. Lo scapo fiorifero, carnoso, porta squame rossastro-violacee e fiori grandi dello stesso colore. Inferiormente è ingrossato e porta radici munite all'apice di speciali *austorî* coi quali il parassita succhia le sostanze nutritizie.

La *Cuscuta* (*C. Epithymum*) (fig. 327), è una pianta che infesta comunemente i campi di trifoglio e di erba medica, producendo danni considerevoli. Dal fusto la pianta emette dei piccoli zaffi che penetrano nella pianta ospitante e funzionano da *succhiatoi* (*austorî*) in modo da sottrarre l'alimento alla pianta stessa.

In tutti questi casi si tratta sempre di piante di organizzazione superiore (Fanerogame) che conducono vita parassitaria; ma quanto più grande è il numero delle piante di organizzazione inferiore (Crittogame) che infestano le piante selvatiche o coltivate producendo danni gravissimi e talora irreparabili! Nella Sistematica abbiamo trattato estesamente delle muffe, dei funghi parassiti della Vite (*Peronospora*, *Oidio*), della Patata (*Peronospora*), dei Cavoli (*Mixomiceti*), dei Cereali (*Carbone del Grano*, *Carie del Grano*, *Segale cornuta*, ecc.).

Rapporti fra piante e animali. – Anche fra le piante e gli animali si sono stabiliti dei rapporti amichevoli, o di semplice convivenza, o dannosi per le une o per gli altri.

In linea generale possiamo dire che chi da questi rapporti trae maggior vantaggio è l'animale; giacchè, come sappiamo, questo prende dalla pianta le sostanze organiche da essa fabbricate e se ne vale per la sua alimentazione, o direttamente mangiando erbe, frutta ed ortaggi, o indirettamente mangiando carni di animali che a loro volta si sono nutriti di erbe. Però

Fig. 327 – La *Cuscuta europaea* parassita che soffoca i seminati specie di Trifoglio.

anche gli animali concorrono alla vita delle piante, poichè, quando sono morti, restituiscono al terreno quei sali minerali che passando in soluzione nell'acqua vengono di nuovo assorbiti dai vegetali.

Così avviene che le sostanze proteiche, azotate, componenti il protoplasma delle cellule animali, passino, con la decomposizione di queste, a fornire di azoto le piante, le quali lo utilizzano per fabbricare sinteticamente di nuovo le sostanze proteiche. Così avviene per il carbonio che, fissato dalle piante per formare i suoi composti organici, viene restituito all'aria atmosferica dagli animali nella respirazione e dall'aria nuovamente sottratto per parte delle piante. In natura il mondo animale e il mondo vegetale si integrano e si completano vicendevolmente attraverso il mondo minerale, ed è questo un carattere così grandioso ed universale che riempie di meraviglia la mente dell'uomo, il quale più indaga e più scopre l'armonia altissima che regge l'intero Universo.

Ma anche da vivi gli animali sono utili alle piante. Abbiamo già veduto parlando della riproduzione delle piante, come gli insetti specialmente, provvedano alla impollinazione, favorendo in tal modo la fecondazione incrociata che è di così grande vantaggio alle piante, e come molti animali provvedano anche alla disseminazione recando lontano i semi racchiusi nei frutti.

Simbiosi. – Relazioni più strette e più particolari si stabiliscono fra alcune piante e alcuni animali, e sono di natura tale da portare alle specie che vivono insieme un reciproco vantaggio (onde il nome di *simbiosi* da *sùn* e *Bios* = vita insieme; più propriamente di *simbiosi mutualistica*).

Si citano come esempi di simbiosi di questo tipo l'associazione di Protozoi unicellulari: *Noctiluche*, con Alghe pure unicellulari, le *Zooxantelle*; oppure dell'*Idra verde* o d'*acqua dolce* con Alghe *Zooclorelle*; e si dice che

mentre l'Alga trae vantaggio dall'animale trovando in esso protezione e utilizzando l'anidride carbonica proveniente dalla respirazione di questo, l'animale a sua volta utilizzerebbe l'ossigeno prodotto dall'Alga durante la sua funzione clorofilliana ed anche l'amido da essa formato. Su questi rapporti però fra Alghe simbiotiche ed animali, secondo gli ultimi studi, le cose non sono molto chiare. Infatti, se l'Idra verde viene tenuta all'oscurità e in presenza di glicerina, imbianca; ma rimessa nel suo ambiente normale non rinverdisce e continua a vivere egualmente bene anche se non alberga più l'Alga nell'interno del suo corpo. Potrebbe quindi piuttosto trattarsi di una associazione parassitaria nel senso che l'animale, essendo quello che trae i maggiori vantaggi a danno della pianta, è parassita dell'Alga.

Vi sono casi invece in cui la simbiosi è necessaria per la vita dell'animale che ospita la pianta. Specialmente per opera del PIERANTONI, di ZIRPOLO, e di altri ricercatori è stata messa in chiaro la presenza, in alcuni organi o in alcune cellule di molti insetti, di particolari funghi inferiori (*Blastomiceti* e *Bacteri*) i quali avrebbero l'ufficio di attivare, mediante i loro enzimi, la digestione di sostanze alimentari in particolari condizioni di alimentazione.

Così, ad es., molti insetti dannosi alle piante perchè ne suggono la linfa, utilizzano grandi quantità di zucchero, giacchè questo viene scomposto dai Funghi in alcool che viene assorbito dall'organismo e in anidride carbonica che viene messa in libertà. Così, ad esempio, molti insetti *xilofagi* (mangiatori di legno) possono digerire il legno per mezzo di analoghi simbionti; altri possono digerire il sangue o sostanze resistenti come peli, penne, sostanze chitinose, ecc.

E poichè questi Funghi e Bacteri possono passare nelle uova, ed essere trasmessi quindi per eredità, è stato dato il nome di *simbiosi fisiologica ereditaria* a questa speciale forma di simbiosi. Egualmente esistono in alcuni animali degli organi fosforescenti, la cui fosforescenza è dovuta appunto alla presenza di *Bacteri fotogeni* ossia produttori di luce. Così nei Lampiridi, insetti che si vedono spesso brillare nell'oscurità sotto le siepi e nei luoghi umidi ed hanno l'aspetto di bruchi neri visti alla luce.

Così nei Cefalopodi (gruppo dei *Sepiolidi*); in alcuni Pesci, Pirosomi, ecc.

La scoperta di queste forme di simbiosi fisiologica ereditaria è delle più importanti, tanto che essa sembra non soltanto limitata a casi speciali, ma generalizzata nel senso che in ogni cellula esistono di questi simbionti, anzi che il protoplasma delle cellule stesse risulti dalla unione di particelle viventi di vita a sè e determinanti la sua particolare attività (*teoria simbiontica della costituzione plasmatica*). « Oggi v'ha chi non esita a proclamare che la simbiosi è la regola e l'asimbiosi nel mondo animale costituisce l'eccezione » (PIERANTONI).

Singolari sono i rapporti che si stabiliscono fra certe formiche e certe

piante (piante *mirmecofile*) che offrono ad esse un luogo di soggiorno adatto. Certe specie di Acacie del Brasile posseggono delle spine grosse, cave, con un piccolo foro, che servono egregiamente per dare asilo a formiche, le quali ripagano la pianta col fare una specie di servizio di guardia impedendo ad altre formiche divoratrici delle tenere foglie della pianta di arrivare fino a queste. La pianta ospite non si limita però soltanto ad offrire l'asilo, ma

Fig. 328 - Pini.

offre come nutrimento ad esse dei corpuscoli alimentari bianchi che si formano al piede del picciuolo delle foglie giovani e, inoltre, dei nettarî così detti *extranuziali*, pieni di nettare.

Rapporti di convivenza tali che non rechino danno all'uno o all'altro dei conviventi sono dati, ad es., dai rifugi e dai nascondigli che offrono le fessure delle corteccie dei tronchi, i fiori, i frutti capsulari di molte piante, a numerose specie di insetti; oppure da certe Alghe marine che coprono il dorso di crostacei.

Ma ben più numerosi sono i rapporti di ostilità che si stabiliscono fra le piante e gli animali giacchè questi si servono delle piante non solo per nutrirsene, ma anche per scavare nidi, per fabbricare rifugi, per costruire dighe come fanno, ad es., i Castori. Sono specialmente gli insetti, i nemici giurati di moltissime specie di piante. Ogni parte della pianta è da essi sfruttata: radici, fusto, foglie, fiori, frutti, gemme, legno, corteccia; e contro questi nemici l'agricoltore deve specialmente difendersi se vuole che il suo raccolto non vada talora in poco tempo distrutto, come avviene, ad es., per i branchi delle Cavallette migratrici, così folti da oscurare la luce del sole e da portare la rovina e la morte nelle regioni dove essi si abbattono. I bruchi e le larve distruggono ancora più degli insetti adulti. Certi insetti

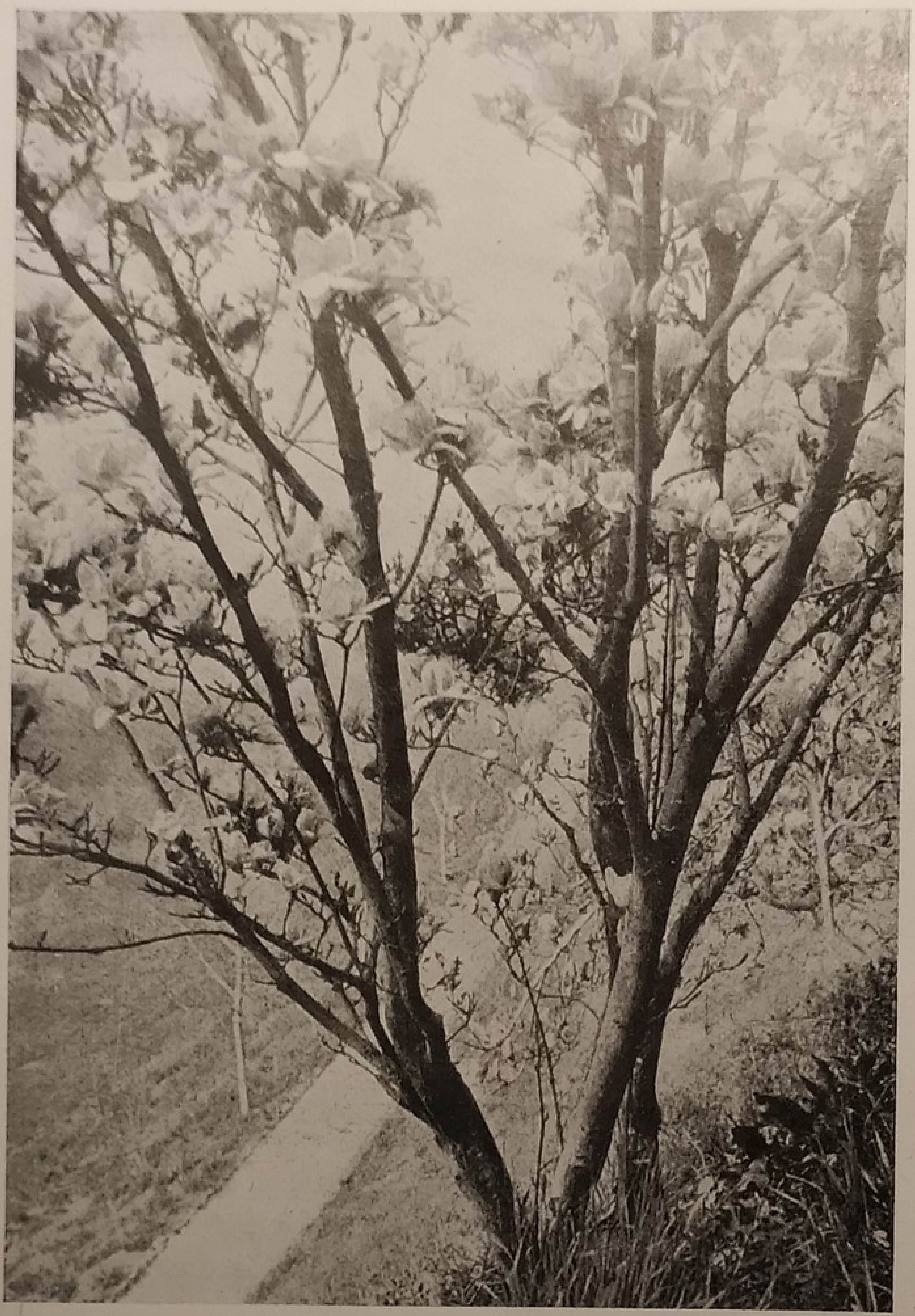


Fig. 329 – Albero in fiore.

imenotteri pungendo le foglie delle querce producono delle *galle* caratteristiche. Essi immettono con la puntura una sostanza velenosa che irrita il tessuto vegetale e lo fa proliferare rapidamente in una escrescenza tondeggiante che racchiude l'uovo depositato dall'insetto; questo uovo si sviluppa poi in una larva che esce in seguito dalla galla mediante un foro praticato in essa con le sue robuste mandibole.

Moltissimi sono gli insetti *gallicoli* e numerose le varie specie e forme di *galle*. Così è nota la *galla della Rosa* prodotta dal *Rhodites rosae* e che ha forma muschiata. Aprendola si vede spesso nell'interno la larva dell'insetto. Ma se per lo più la pianta è la vittima, a volte invece, la vittima è l'insetto. Infatti esistono delle piante così dette *carnivore*, le quali, come già si è visto, catturano certi insetti e li mangiano e li digeriscono e di essi si alimentano.

Rapporti fra i vegetali e l'uomo. – Molteplici sono i rapporti fra i vegetali e l'uomo, non solo perchè l'uomo riceve dalle piante alimento, ma anche una quantità di prodotti per le sue industrie, per la medicina, per il sostentamento del bestiame; e anche perchè delle piante l'uomo fa uso a scopo ornamentale, o si vale di esse per soddisfare al suo piacere (tabacco) o alla sua vanità (essenze e profumi).

Di questi rapporti abbiamo trattato nel corso del nostro studio. Vogliamo però aggiungere anche un'altra cosa. Non è soltanto l'utile che deve informare la vita degli uomini. Vi è qualche cosa in noi che non deve essere soppresso; e questo qualche cosa è l'amore per la natura, fine a sè stesso. Parte integrante della natura sono le piante; sorgente di poesia quanto mai suggestiva sono gli alberi. Dove vi sono alberi il paesaggio si anima e

Fig. 330 - Brume invernali *(fot. U. Stella, Biella).*

si trasforma. Ogni albero ha infatti la sua fisonomia, la sua caratteristica, la sua bellezza. I Cipressi, che alti e solenni si drizzano verso il cielo col loro verde cupo, di un tono quasi nero, o esili e minuti si spargono sulle colline, come nei ridenti colli toscani, dove crescono insieme agli Ulivi dalle foglie di un verde chiaro azzurrognolo; le Querce dai tronchi possenti e dalle chiome rigogliose, simbolo della robustezza e della forza; i Pini dalla larga chioma ad ombrello, che hanno una loro linea estetica di singolare eleganza (fig. 328); i Castagni dai tronchi annosi e cavi e ritorti che formano boschi dal denso fogliame, sotto le cui ombre umide vegetano rigogliose le felci, le eriche e tutta una flora di Muschi, di Funghi e di Crittogame fra lo stillicidio delle acque sorgive; i cupi Abeti che formano grandiose associazioni sulle alte montagne; gli alti Faggi dal tronco chiaro e dall'ampia chioma formante come una cupola immensa di una cattedrale

Fig. 331 - Ombre amiche (*fot. G. Galimberti*).

nelle faggete dell'alto Appennino; i Pioppi dal tremulo fogliame disposti in filari sulle rive dei fiumi e dei torrenti; e poi gli Ontani, i Salici, gli Olmi, e tanti tanti altri; ognuno di questi alberi ha un suo aspetto particolare, una sua linea, e, possiamo aggiungere, una sua anima. Variabile anch'essa, quest'anima, col variare del tempo e della stagione. Infatti altro è l'albero ancora giovinetto e in via di sviluppo, altro è l'albero grave di anni, fatto adusto dalla longevità, che reca nel fusto e in ogni sua parte le stigmate delle dure lotte sostenute nella vita. Altro è l'albero che in primavera si riveste di tutti i suoi fiori ed espande all'aria e ai venti la sua gioia di vivere e di amare (fig. 329), e altro è l'albero del tardo autunno che si colora delle tinte più forti e vivaci, dal rosso sanguigno e porpora, ai gialli di cadmio e di cromo, agli azzurri e agli indachi più sfumati, simile a una sinfonia musicale possente che canti il trionfo della natura prima che questa si prepari ad avvolgersi nel gelido manto invernale. Altro è l'albero che dorme il suo letargo profondo e stende nel cielo brumoso dell'inverno i suoi rami nudi e scheletriti (fig. 330), e altro l'albero che nel pieno meriggio estivo dà ristoro con la sua ombra allo stanco viandante (fig. 331).

L'amore per gli alberi risponde ad un bisogno dell'animo umano, e da quando la pittura di paesaggio divenne fine a sè stessa, i più grandi artisti

espressero in tele immortali la bellezza e la poesia degli alberi. E non solo gli artisti; ma il popolo tutto sente fortemente questo amore per gli alberi. In ogni tempo i ricchi fecero costruire nelle loro ville parchi e giardini, nei quali il gusto dell'epoca si rivela, e che l'Italia conserva ancora con cura gelosa, con le loro piante rare, con le loro statue, i loro laghi, le loro fontane, i loro tempietti. Roma e i dintorni sono pieni di queste classiche bellezze: la Villa d'Este con i suoi giganteschi cipressi e le sue cento fontane, la Villa Borghese coi suoi lecci, i suoi lauri, i suoi olmi, la Villa Doria coi suoi magnifici pini. Non v'è città italiana che non sia adorna di giardini, un tempo privati, ora di dominio pubblico.

I meno abbienti si contentano del loro giardino, nel quale basta un larice, un abete, una pianta da frutto, per rompere la monotonia della architettura delle case d'intorno, e per creare un'oasi di verde in mezzo al grigiore delle tinte dei muri e delle facciate. I Comuni, in vista dei criteri estetici ed utilitari, hanno cura dei viali alberati di platani e di ippocastani, e in alcune nazioni, come in Italia, in Olanda, Svezia, Danimarca, Francia, Inghilterra, ecc., vi sono strade alberate e giardini pubblici che ingentiliscono e rallegrano le principali città.

Ma il popolo vede nell'albero che, una volta radicato, continua nei secoli a vivere, rifiorendo ogni anno come per una eterna giovinezza, il simbolo della rimembranza e dell'eterno rinnovarsi della vita. Di questo sentimento poetico e gentile si è fatto interprete il Governo fascista con l'istituzione dei *Parchi della rimembranza*, nei quali ogni albero ricorda un glorioso caduto della grande guerra e ne porta scolpito il nome, più che sulla targa o sul cippo marmoreo che l'accompagna, in tutto il suo essere vivo.

Dopo la grande guerra la poesia e il culto degli alberi ha ripreso vigore come tutte le cose di alto sentire e il Duce disse: « *Io amo gli alberi: difendeteli, vi aiuterò a difenderli* ».

La *Festa degli alberi*, che ogni anno si rinnova nelle scuole, è un monito ed un incitamento, affinchè le generazioni venture proseguano instancabili nell'opera di redenzione delle terre, ottenuta per mezzo del rimboschimento, e dell'amore e del culto degli alberi.

INDICE

Pag.

INTRODUZIONE

IL REGNO VEGETALE

Oggetto e scopo della Botanica . . 1

Brevi cenni di storia della botanica 4

PARTE PRIMA

IL CORPO DELLE PIANTE

Cormo e tallo 7

Organizzazione di una pianta cormofita:

La radice 8
Radici avventizie 11
Radici acquatiche ed aeree . . . 11

Il fusto 13
La ramificazione del fusto 14
La forma esterna, la consistenza e la durata dei fusti 15
Metamorfosi del fusto 19
Il tubero 20
Il rizoma 21
Il bulbo 21
Stoloni 21
Piante grasse 22

La foglia 22
Il lembo 22
Il picciuolo 25
La guaina 25
Inserzione delle foglie sui rami. Fillotassi 26
Metamorfosi delle foglie 28

Il fiore e le sue parti:

Il fiore 29
Il talamo 32

Pag.

Il calice 32
La corolla 33
Gli stami 34
I pistilli 35

Infiorescenze 35
Infiorescenze indefinite 36
Infiorescenze definite 37

Il frutto 37
Frutti secchi deiscenti 38
La cassula 38
Frutti secchi indeiscenti 40

Frutti carnosi:

La drupa 40
La bacca 41
Antocarpi 42
Il seme 42

Classificazione delle piante . 43

Cormofite.

FANEROGAME . . . 44

Fanerogame Angiosperme.

DICOTILEDONI 44

Simpetale.

COMPOSTE:

Margherita o Pratolina 45
Margherita maggiore; Fiordaliso; Dente di Leone o Soffione; Carciofo; Cicoria o Radicchio; Cardo rosso; Carlina; Edelweiss, Girasole; Arnica; Camomilla; Bardana o Lappa 45

Pag.

CUCURBITACEE:
Zucca; Cetriolo; Melone; Cocomero 46

CAPRIFOGLIACEE:
Caprifoglio 47

SCROFULARIACEE:
Bocca di Leone; Digitale 47

SOLANACEE:
La Patata 47
Pomodoro; Peperone; Melanzana; Solanum dulcamara; Belladonna; Stramonio.
Tabacco 51

LABIATE:
La Salvia 52
Rosmarino; Milzadella; Menta; Timo; Cedronella; Basilico; Lavanda o Spigonardo.

CONVOLVULACEE:
Convolvolo dei campi; Ipomoea; Cuscuta 53

OLEACEE:
L'Ulivo 54

PRIMULACEE:
Primula; Ciclamino 55

Rubiacee:
Il Caffè 56

Coripetale.

Dialipetale.

OMBRELLIFERE:
La Carota 57
Sedano; Prezzemolo; Finocchio; Cicuta maggiore; Cicuta aglina; Cicuta vera.
Araliacee: Edera; Eucalipto . 57

PAPILIONACEE:
Il Pisello 58
Fagiuolo; Erba medica; Trifoglio; Lupinella; Cece; Lenticchia; Fava; Arachide; Robinia; Acacia; Carrubo; Albero di Giuda; Glicine; Citiso; Mimosa; Ginestra; Lathyrus; Liquirizia; Senna; Tamarindo; Indigofera; Haematoxylon.

Pag.

ROSACEE:
La Rosa di macchia 59
Pero; Melo; Pesco; Ciliegio; Susino; Mandorlo; Nespolo; Cotogno; Fragola; Lampone; Rovo; Biancospino; Prugnolo selvatico; Pruno lauro Ceraso.

VITACEE:
La Vite 60
Vite del Canadà.
Ippocastanee: Ippocastano . 62
Aquifoliacee: Agrifoglio; Matè . 63
Aceracee: Acero 63
Tigliacee: Tiglio 63

AURANZIACEE:
Il Limone 63
Arancio dolce; Arancio forte; Cedro; Bergamotto.

LINACEE:
Il Lino 63

GERANIACEE:
Il Geranio dei prati; Erodium . . 64
Il Geranio palustre.

MALVACEE:
Il Cotone 65
Malva comune; Ibisco; Baobab; Cacao 65

VIOLACEE:
Viola mammola 66
Ternstromiacee: Thè 66

CROCIFERE:
La Violacciocca 68
Cavolo; Rapa; Ravanello; Senape bianca e nera; Cappero; Rosa di Gerico.

PAPAVERACEE:
Rosolaccio; Papaver somniferum; Celidonia 69
Lauracee: Alloro; Canfora; Cannella 69

RANUNCOLACEE:
Ranuncolo selvatico; Eranto, Anemoni; Favagello; Erba nocca o Elleboro; Calta; Clematide; Fanciullaccia; Fior Cappuccio; Aconito 71

Pag.

NINFEACEE:
Ninfea bianca; Ninfea gialla; Nelumbio; Victoria Regia 72

Monoclamidee.

CACTACEE:
Fico d'India; Cereo gigante . . . 73

CARIOFILLACEE:
Garofano; Cerastium; Agrostemma o Gettaione; Melandrium; Silene . 74

CHENOPODIACEE:
Barbabietola; Bietola; Spinacio . . 74

EUFORBIACEE:
Ricino; Euforbia o Erba cipressina; Euforbia resinifera; Euforbia abissinica; Hewea brasiliensis o Albero del caucciù 76

LORANTACEE:
Vischio 77

CANNABACEE:
Canapa; Luppolo 77

ORTICACEE:
Ortica 79

MORACEE:
Il Fico 79
Gelso bianco; Gelso nero; Gelso del Giappone; Fico della gomma elastica; Albero del pane.

ULMACEE:
Olmo 80

SALICACEE:
Il Salcio comune 81
Pioppo; Pioppo nero; Pioppo bianco; Pioppo tremulo.

CUPULIFERE:
La Rovere 81
Farnia; Leccio; Quercia da sughero; Q. Aegylops o Vallonea; Castagno; Faggio.

BETULACEE:
Il Nocciolo; Ontano; Betulla . . . 82

IUGLANDACEE:
Il Noce 83

Pag.

MONOCOTILEDONI

ORCHIDACEE:
Il Pan di Cuculo; Vainiglia . . . 84

PALMACEE 86
La Palma da datteri.
Palma San Pietro; Cocco; Palma dum; Palma da Sagù; Rafia; Palma Kittol 87

MUSACEE: 87
La Banana.

GRAMINACEE:
Il Frumento; Il Frumento e la «Battaglia del Grano» 87
Il Riso 91
Il Granturco 93
Orzo; Forasacco; Loglio; Dactylis; Segale; Avena; Canna da zucchero; Miglio; Saggina o Sorgo; Durra; Sparto; Alfa 94

IRIDACEE:
Giaggiolo 95
Zafferano.

AMARILLIDACEE:
Trombone 96
Giunchiglia; Narciso; Bucaneve; Agave.

GIGLIACEE 97
Giglio; Giglio rosso; Martagone; Tulipano; Giacinto; Latte di gallina; Cipollaccio col fiocco; Cipolla; Aglio; Yucca; Aloe; Dracoena drago; Colchicacee: Colchico; Sparagio; Pugnitopo; Mughetto . 98

ALISMACEE:
Sagittaria 98

POTAMOGETONACEE:
Vallisneria; Elodea 98

CIPERACEE:
Giunchi; Carici; Papiro; Erioforo . 98

BROMELIACEE:
Ananasso 98

ARACEE:
Gigaro 98

Pag.

Zingiberacee 98

Cannacee:
Canna d'India 98

Lemnacee:
Lenticchia d'acqua o Lemna . . . 98

Fanerogame Gimnosperme.

Conifere:
Pino silvestre 99
Pino bianco; Pino da pinoli; Pinastro; Pino nero; Pino laricio; Abete; Cipresso; Larice; Cedro; Ginepro; Tasso; Sequoia; Araucaria; Thuia.

Cicadee:
Cycas revoluta; Encefalarto . . . 100

Gnetacee:
Welwitschia mirabilis 101

Gingkoacee:
Gingko biloba 101

Selvicoltura 101

CRITTOGAME 104

ARCHEGONIATE

Pteridofite 105

Felci: Felce maschia 105

Idropteridi: Marsilia; Salvinia . . 108

Equiseti: Coda di cavallo 108

Licopodi: Licopodio; Selaginella . . 108

Tallofite.

CRITTOGAME

ARCHEGONIATE

Briofite.

Muschi 109
Politrico; Sfagni; Borracina,

Epatiche 110
Fegatella; Frullania.

Licheni 111

Pag.

Physcia; Lichene delle pareti; Graphis scripta; Barba di bosco; Lichene islandico; Lichene delle Renne . . 111

Funghi 112

Basidiomiceti 113
Carbone del Grano; Carie del Grano; Ruggine del Grano; Ovulo buono; Porcino; Prataiolo; Uovolo; Amanita muscaria; Boletus Satanas; Amanita bulbosa 113

Tavola dei funghi 114
(da Baroni - *Biologia vegetale*)

Un grande Micologo italiano: Giacomo Bresadola 115

Ascomiceti:
Muffa a pennello; Oidio; Segale cornuta; Tartufo 116

Ficomiceti
Muffa bianca comune; Peronospora dell'Uva; Peronospora della Patata 118

Mixomiceti:
Plasmodiòfora 120

Bacteri o Schizomiceti 120
Bacteri utili; Bacteri dannosi . . 121

Alghe 121

Eritroficee o Floridee od Alghe rosse 122

Caracee 122

Feoficee o Alghe brune 122
Quercia marina; Sargasso o Uva di mare.

Cloroficee:
Haematococcus pluvialis; Clamydomonas nivalis; Volvox; Lattuga di mare: Acetabularia mediterranea; Cladophora glomerata; Vaucheria sessilis 123

Coniugate 124
Spirogyra.

Diatomee 125

Cianoficee 126
Gelatina di terra; Oscillaria.

Parte Seconda

LA CELLULA VEGETALE

Pag.

La membrana cellulare 127
Il citoplasma 128
I plastidi 129
Il nucleo 130
Inclusioni nel protoplasma 130
Amido 130
Aleurone o glutine 131
Altre sostanze 131
Forma e grandezza delle cellule . . 132

Riproduzione della cellula . 132

Riproduzione agamica diretta:
Divisione e scissione 132
Gemmazione 133
Endogenia o sporogonia 133
Divisione indiretta o per cariocinesi . 133
Riproduzione sessuata per isogamia . 134
Riproduzione sessuata 134

Marcello Malpighi 134

I tessuti vegetali . . . 135

Tessuti embrionali e tessuti adulti o definitivi 136
Tessuti adulti o definitivi 137
Tessuto tegumentale 138
Gli stomi 141
Lenticelle 141
Tessuti meccanici o di resistenza . . 141
Collenchima 142
Sclerenchima 143
Tessuti vascolari 143
Tessuto fondamentale 145

Anatomia dei membri di una pianta di organizzazione superiore . 146

Anatomia della radice 146
Struttura primaria 147
Struttura secondaria 148
Anatomia del fusto 148
Struttura primaria 148
Struttura secondaria 149
Anatomia della foglia 151

Fisiologia vegetale.

La nutrizione delle piante 152
Le soluzioni nutritizie 152

La fabbricazione degli alimenti:
Organicazione del carbonio. Funzione clorofilliana 153
Prima esperienza: Assorbimento dell'anidride carbonica 157
Seconda esperienza: Emissione di ossigeno 158
Terza esperienza: Formazione dell'amido. Azione della luce . . . 158
L'organicazione dell'azoto:
La presa dell'azoto. La circolazione dell'azoto in natura 158
L'organicazione dell'azoto 160
Formazione dei grassi 160
Le altre sostanze 160
Modi speciali di nutrizione:
Parassitismo. Saprofitismo 160
Piante carnivore 162
La circolazione della linfa 163
Linfa grezza o ascendente 163
Linfa elaborata o discendente . . 165
La traspirazione 166
Significato della traspirazione . . 170
Guttazione 170
La respirazione 171
Modi speciali di respirazione . . . 174
Piante anaerobie 174
Respirazione intramolecolare . . . 174
Sviluppo di calore e di luce . . . 174
Luce 175

Assimilazione e disassimilazione.

Bilancio organico. Escrezione e secrezione.
Utilizzazione delle sostanze alimentari 175
Bilancio organico 175
Escrezione e secrezione 175

La riproduzione delle Fanerogame.

Il polline 176
L'ovulo 177
Fecondazione 177

Il Fiore considerato in rapporto alla filogenesi 178

Biologia fiorale 180

Impollinazione 181
Impollinazione anemofila 181
Caratteri dei fiori anemofili . . . 182

Pag.

Impollinazione entomofila 182
Caratteri dei fiori entomofili . . . 182
Impollinazione idrofila 188
Federico Delpino 188

Disseminazione 189

Disseminazione anemofila 189
Disseminazione idrofila 191
Disseminazione zoidiofila 191
Autodisseminazione 192

Metodi artificiali di riproduzione vegetativa.

Talea 193
Propaggine 193
Margotta 194
Innesto 194

Movimento e sensibilità . . 195

Movimenti di curvatura 196
Movimenti spontanei o autonomi . . 196
Movimenti paratonici 197
Tropismi 197
Fototropismo o eliotropismo . . . 197
Geotropismo 198
Idrotropismo 199

Pag.

Tigmotropismo 199
Chemotropismo 199
Nastie 199
Organi di senso delle piante 201
Luce 201
Tatto 202
Organi specifici per il geotropismo 202
Movimenti di natura semplicemente fisica 203

Parte Terza

LE PIANTE E L'AMBIENTE

Condizioni fisico-chimiche dell' ambiente 205
Temperatura 205
Umidità 206
Natura del mezzo 206
Formazioni vegetali 208

La lotta per la vita . . . 210

Rapporti delle piante fra loro . . . 210
Rapporti amichevoli 211
Rapporti di convivenza 211
Rapporti fra piante e animali . . . 212
Rapporti fra i vegetali e l'uomo . . 216

Finito di stampare
il 15 Settembre 1940-XVIII
nelle Officine Grafiche Licinio Cappelli
Rocca S. Casciano

COL BVON VOLER S'AITA

COL BVON
VOLER S'AITA

OPERE DI SCIENZE FISICHE E NATURALI

DEL PROF. **VITTORIO GUIZZARDI**

Zoologia
PER I LICEI CLASSICI E SCIENTIFICI . L. 23

Botanica
PER I LICEI CLASSICI E SCIENTIFICI . 18

Zoologia e Botanica. *Parte I.*
PER ISTITUTI MAGISTRALI E ISTITUTI TECNICI 18

Zoologia, Botanica, Igiene. *Parte II.*
PER ISTITUTI MAGISTRALI E ISTITUTI TECNICI 16

Geografia
PER I LICEI CLASSICI E SCIENTIFICI . 18

Geografia
PER ISTITUTI MAGISTRALI . . . 18

Chimica, Mineralogia e Litologia
PER I LICEI CLASSICI E SCIENTIFICI . 25

Chimica, Mineralogia e Litologia
PER ISTITUTI MAGISTRALI E ISTITUTI TECNICI COMMERCIALI AD INDIRIZZO AMMINISTRATIVO E MERCANTILE . . 20

Chimica
PER ISTITUTI TECNICI AD INDIRIZZO GEOMETRI, AGRARI, INDUSTRIALI E NAUTICI 16

L. CAPPELLI - EDITORE - BOLOGNA